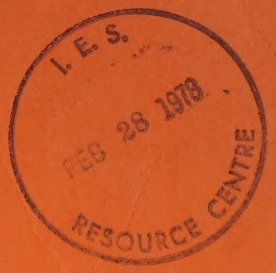
CA1 EP 59077E05
Canada. EPS. WPCD.
Report EPS 1-WP-77-5
METAL FINISHING LIQUID EFFLUENT GUIDELINES. 1977.

CA 1 EP59077E05

Pêches et Environnement Canada

Service de la protection de l'environnement

Metal Finishing Liquid Effluent Guidelines



Earth Sciences Library

Regulations, Codes and Protocols
Report EPS 1-WP-77-5

Water Pollution Control Directorate
November 1977

ENVIRONMENTAL PROTECTION SERVICE REPORT SERIES

Reports pertaining to Regulations, Codes and Protocols describe current legislation and administrative approaches favoured by the Environmental Protection Service.

Other categories in the EPS series include such groups as Policy and Planning; Economic and Technical Review; Technology Development; Surveillance; Training Manuals; Briefs and Submissions to Public Inquiries; and, Environmental Impact and Assessment.

Inquiries pertaining to Environmental Protection Service Reports should be directed to the Environmental Protection Service, Fisheries and Environment Canada, Ottawa K1A 1C8, Ontario, Canada.

METAL FINISHING LIQUID EFFLUENT GUIDELINES

Water Pollution Control Directorate
Environmental Protection Service
FISHERIES AND ENVIRONMENT CANADA

Report No. EPS 1-WP-77-5
November 1977

© Minister of Supply and Services Canada 1977
Cat. No. En43-1/77-5

ISBN 0-662-01366-2

FOREWORD

These Guidelines are intended to limit the discharge of deleterious substances in effluents from the Canadian metal finishing industry. A guideline is a statement which indicates what practices will be considered by the Federal government to meet the intent of the Fisheries Act. A guideline is not a specific law.

These Guidelines, together with the Code of Good Housekeeping Practice, apply uniformly as national baseline requirements. However, in environmentally sensitive areas where these controls do not provide adequate protection to fishery resources, more stringent requirements may be imposed by the Federal government. More stringent requirements may also be imposed by provincial or municipal governments. In this case, the more stringent requirements will prevail.

CONTENTS

(1) Metal Finishing Liquid Effluent Guidelines

(2) Explanatory Notes for the Metal Finishing Liquid Effluent Guidelines

(3) A Code of Good Housekeeping Practice for the Metal Finishing Industry

Digitized by the Internet Archive
in 2025 with funding from
University of Toronto

https://archive.org/details/31761056868912

METAL FINISHING LIQUID EFFLUENT GUIDELINES

DEPARTMENT OF FISHERIES AND THE ENVIRONMENT

The following guidelines are issued under the authority of the Minister of Fisheries and the Environment. The intent of these guidelines is to control the discharge of liquid effluents from the portion of the metal finishing industry which includes "electroplating", "electroforming", "anodizing", "electrochemical machining", "electrochemical polishing", "electroless plating", "chromating", and "cyanide hardening".

METAL FINISHING LIQUID EFFLUENT GUIDELINES

Introduction

1. These Guidelines may be referred to as the Metal Finishing Liquid Effluent Guidelines.

These Guidelines are not to be construed as regulations made under the authority of section 33 of the Fisheries Act.

Interpretation

2. (1) In these Guidelines:

"Act" means the Fisheries Act;

"Composite Sample" means the quantity of undiluted effluent consisting of equal volumes of the effluent collected during a day at time intervals not longer than one hour and during the period when the effluent is deposited;

"Cyanide Hardening" means a case hardening process using a molten cyanide salt;

"Day" means a period of twenty-four consecutive hours;

"Deposit" means deposit or permit the deposit in water frequented by fish;

"Effluent" includes, subject to subsection (2), any water or waters discharged from the plant, runoff and seepage from land used for the disposal of wastewater and sludges associated with the operation of the plant;

"Finishing of surfaces" includes operations such as electroplating, electroforming, anodizing, electrochemical machining, electrochemical polishing, chromating, electroless plating, cyanide hardening;

"Metal Finishing Plant" means, subject to subsection (3), a facility, including captive operations, intended for the pretreatment *and* the finishing, or for the finishing only, of surfaces of alloys, ferrous, non-ferrous metals and the application of metal coatings to plastic materials;

"Minister" means the Minister of Fisheries and the Environment;

"Owner" means the owner or operator of a metal finishing plant or his authorized representative;

"Pre-treatment of Surfaces" includes operations such as mechanical, chemical and electrolytic cleaning, degreasing, pickling, derusting, stripping of metal coating, phosphating and subsequent organic coating, passivating, activating;

"Undiluted" means not having water added primarily for the purposes of meeting the objectives specified in Section 5.

MINISTÈRE DES PÊCHES ET DE L'ENVIRONNEMENT

Les présentes lignes directrices sont publiées avec l'autorisation du ministre des Pêches et de l'Environnement. Elles ont pour objet de limiter les rejets d'effluents par la partie des ateliers de traitement de surface qui comprennent «galvanoplastie», «électroformage», «oxidation anodique», «façonnage électrochimique», «polissage électrochimique», «dépôt par autocatalyse», «chromage», et «la trempe en bain de cyanure».

LIGNES DIRECTRICES CONCERNANT LE CONTRÔLE DES EFFLUENTS DES ATELIERS DE TRAITEMENTS DE SURFACE

Introduction

1. Les présentes lignes directrices peuvent s'intituler: *Lignes directrices concernant le contrôle des effluents de traitements de surface.*

Elles ne sauraient s'interpréter comme un règlement aux termes de l'article 33 de la *Loi sur les pêcheries.*

Interprétation

2. (1) Dans les présentes lignes directrices:

«Atelier de traitement de surface» désigne, sous réserve du paragraphe (3), une installation, intégrée ou non, destinée à la préparation *et* à la finition, ou à celle-ci seulement, des surfaces d'alliages et de métaux ferreux et non ferreux, ainsi qu'à l'application de revêtements métalliques sur des matières plastiques;

«Échantillon composite» désigne un volume d'effluent non dilué, composé de portions égales de l'effluent recueillies à des intervalles de moins d'une heure pendant l'écoulement;

«Effluent» désigne, sous réserve du paragraphe (2), toutes les eaux que rejette un atelier, ainsi que les eaux de ruissellement et d'infiltration provenant des terrains où séjournent les eaux usées et les boues produites par l'établissement;

«Finition des surfaces» désigne certains procédés comme la galvanoplastie, l'électroformage, l'oxydation anodique, le façonnage électrochimique, le polissage électrochimique, le chromage, le dépôt par autocatalyse et la trempe en bain de cyanure;

«Journée» désigne une période de 24 heures consécutives;

«Loi» désigne la *Loi sur les pêcheries*;

«Ministre» désigne le Ministre des Pêches et de l'Environnement;

«Non dilué» signifie qu'on n'a pas ajouté d'eau dans le but surtout de satisfaire aux objectifs prescrits à l'article 5;

«Préparation des surfaces» s'applique à certains procédés comme le dégraissage mécanique, chimique et électrolytique, de décapage, l'élimination de la rouille et du revêtement métallique, la phosphatation et l'application subséquente d'une couche organique, la passivation et l'activation;

«Propriétaire» s'applique aussi à l'exploitant d'un établissement de traitement de surface métallique ou à son représentant autorisé;

«Rejeter» signifie aussi permettre le déversement dans les eaux poissonneuses;

«Trempe en bain de cyanure» désigne un procédé de cémentation à l'aide d'un cyanure en fusion.

In these Guidelines, "electroplating", "electroforming", "anodizing", "electrochemical machining", "electrochemical polishing", "electroless plating", "chromating", and other technical terms have the meaning as defined in the third edition of the *Electroplating Engineering Handbook* by A. Kenneth Graham, Van Nostrand Reinhold Company, 1971.

(2) When, prior to being deposited, any liquid effluent from a metal finishing plant has been treated in such a manner as the Minister may consider acceptable in writing, at a site outside a metal finishing plant, for the purpose of removing the substances and controlling the parameters described in Section 4, the liquid effluent will not be considered to be liquid effluent for the purpose of these Guidelines.

(3) When operations for the "finishing of surfaces" are captive of larger plants which are not intended primarily for surface finishing the Minister may, in writing, indicate that it is acceptable for these operations not to be considered as Metal Finishing Plants for the purpose of these guidelines.

Application

3. These Guidelines apply to every metal finishing plant.

Substances and Parameters to be Considered

4. For the purpose of these Guidelines, the following substances and parameters will be considered:

(*a*) Total suspended matter	(*f*) Cyanide (Total)
(*b*) Cadmium	(*g*) Lead
(*c*) Chromium (Total)	(*h*) Nickel
(*d*) Copper	(*i*) Zinc
(*e*) Cyanide (Oxidizable)	(*j*) pH

Objectives

5. (1) For the purpose of these Guidelines, each undiluted effluent that is deposited meets the objectives, insofar as the substances (*a*) to (*i*) and pH, listed in section 4, are concerned, provided that,

(*a*) in any day the Total concentration of each of these substances in a composite sample does not exceed the value as shown in Schedule I,

(*b*) the pH is not outside the range of 6.0 to 9.5 at any time during the discharge of effluent.

(2) Concentrated residues containing emulsion cleaners, chlorinated hydrocarbons and effluent treatment sludges should not be deposited with the effluent.

(3) Concentrated spent processing solutions and residues other than those described in subsection (2) should be treated to meet the effluent objectives specified in subsection (1) or should be stored and disposed of in a manner as the Minister may consider acceptable in writing.

Additional Objectives

General

6. For the purpose of these Guidelines the owner of a metal finishing plant should

(*a*) install and maintain facilities of such type as the Minister may in writing consider acceptable for sampling and

Dans les présentes lignes directrices, «galvanoplastie», «électroformage», «oxydation anodique», «façonnage électrochimique», «polissage électrochimique», «dépôt par autocatalyse», «chromage» et autres termes techniques ont le même sens que les expressions anglaises équivalentes dans la troisième édition du manuel *Electroplating Engineering Handbook* de A. Kenneth Graham, Van Nostran Reinhold Company.

(2) Lorsque, avant d'être rejeté, l'effluent d'une usine de traitement est soumis à l'épuration hors de l'établissement pour en extraire les substances toxiques et optimiser les paramètres énumérés à l'article 4, de telle façon que le Ministre peut, par écrit, le considéré comme tel aux fins des présentes lignes directrices.

(3) Lorsque des «ateliers de traitements de surface» sont intégrés à des pas d'abord conçus à cette fin, le Ministre peut, par écrit accepter que ces installations ne soient pas considérées comme ateliers de traitements de surface aux fins des présentes lignes directrices.

Application

3. Les présentes lignes directrices s'appliquent à tous les ateliers de traitements de surface.

Substances et paramètres visés

4. Les substances et les paramètres suivants sont visés par les présentes lignes directrices:

a) les matières totales en suspension	*f*) les cyanures (totaux)
b) le cadmium	*g*) le plomb
c) le chrome (total)	*h*) le nickel
d) le cuivre	*i*) le zinc
e) les cyanures (oxydables)	*j*) le pH

Objectifs

5. (1) Aux fins des présentes lignes directrices, tout effluent non diluée et rejeté satisfait aux objectifs fixés pour les substances nommées de *a*) à *i*) à l'article 4 et pour le pH, si

a) la concentration de chacune d'elle dans un échantillon composite recueilli au cours d'une même journée ne dépasse par celle indiquée à l'annexe I;

b) le pH ne s'écarte pas de l'intervalle de 6,0 à 9,5 pendant le rejet de l'effluent.

(2) Les résidus concentrés contenant des détergents, des hydrocarbures chlorés et des boues d'épuration ne doivent pas être rejetés avec l'effluent.

(3) Les eaux usées concentrés des traitements de surface et les résidus autres que ceux mentionnés au paragraphe (2) doivent être soumis à l'épuration pour satisfaire aux objectifs fixés pour les effluents aux paragraphe (1), ou être accumulés et éliminés de quelque façon que le Ministre peut, par écrit, considérer acceptable.

Objectifs supplémentaires

Généralités

6. Aux fins des présentes lignes directrices, le propriétaire d'un atelier de traitements de surface doit:

a) installer et entretenir des appareils pour échantillonner et analyser les effluents, d'un type que le Ministre peut, par

analyzing effluents for the purpose of enabling the Minister to determine whether the owner is meeting the objectives described in section 5;

(*b*) take a composite sample of each undiluted effluent on the regular basis described in section 7;

(*c*) analyse the composite sample referred to in paragraph (*b*) on the regular basis described in section 7, and in the manner described in section 8;

(*d*) install, maintain and properly operate suitable monitoring and recording equipment for pH;

(*e*) keep records of the information described in section 9;

(*f*) within 30 days after the end of each month, fill in and send to the Minister a report containing the information described in section 10 in the form described in Schedule III, or in such form as the Minister may consider acceptable.

Frequency of Sampling and Analysis

7. The sampling and analysis referred to in paragraphs 6(*b*) and (*c*) should be carried out at least once a month for the substances (*a*) to (*i*) listed in section 4; and for pH.

Sampling and Analytical Test Methods

8. (1) The samples for metal and cyanide analysis should be taken and preserved as follows:

(*a*) Samples of metal analysis should be taken in linear polypropylene bottles, and no acid should be added. The bottles should be clearly labelled "Danger-Cyanide" and should be acidified on receipt in the analytical laboratory. A 250 ml sample should be taken. This is to minimise danger to the personnel carrying out sampling.

(*b*) Samples for cyanide analysis should be adjusted to pH 13 using sodium hydroxide (pellets are convenient). A one litre sample should be taken. Thereafter the samples should be refrigerated if possible.

(2) The concentration of the substances (*a*) to (*i*) listed in section 4 should be determined using

(*a*) the test method described in Schedule II; or

(*b*) any other method considered acceptable in writing by the Minister, the result of which can be confirmed with the methods referred to in paragraph (*a*).

(3) For the purpose of these guidelines the pH of undiluted effluent should be determined using

(*a*) the test method prescribed by section 424 of the publication *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*, 14th Edition (1975), published jointly by the American Public Health Association, American Water Works Association and the Water Pollution Control Federation; or

(*b*) by any other method considered acceptable in writing by the Minister, the result of which can be confirmed with the methods referred to in paragraph (*a*).

écrit, considérer acceptable, et qui permettent à ce dernier de juger si le propriétaire respecte les objectifs prescrits à l'article 5;

b) prélever des échantillons composites de chaque effluent non dilué au moins à la fréquence indiquée à l'article 7;

c) analyser les échantillons composites dont il est question à l'alinéa *b*) au moins à la fréquence indiquée à l'article 7 et selon la méthode décrite à l'article 8;

d) installer, entretenir et utiliser convenablement les instruments appropriés de mesure et d'enregistrement du pH;

e) tenir un registre des renseignements décrits à l'article 9;

f) dans les 30 jours qui suivent la fin de chaque mois, envoyer au Ministre un rapport contenant les renseignements indiqués à l'article 10, selon le modèle de l'annexe III ou un autre que le Ministre peut, par écrit, juger acceptable.

Fréquence des échantillonnages et des analyses

7. Les échantillonnages et les analyses dont il est question aux alinéas 6*b*) et *c*) doivent se faire au moins une fois par mois pour les substances nommées de *a*) à *i*) à l'article 4 et pour le pH.

Méthodes d'échantillonnage et d'analyse

8. (1) Les échantillons devant servir à l'analyse des métaux et des cyanures doivent être prélevés et conservés comme suit:

a) Pour l'analyse des métaux, il faut mettre les échantillons dans des bouteilles de polypropylène linéaire, sans y ajouter d'acide. On doit y fixer une étiquette indiquant clairement «Danger—Cyanure» et l'on doit acidifier le contenu dès l'arrivée au laboratoire d'analyse. L'échantillonnage pour le personnel.

b) Pour l'analyse des cyanures, il faut porter le pH à 13 à l'aide d'hydroxyde de sodium (les pastilles sont pratiques). L'échantillon doit être d'un litre et il convient de la réfrigérer si possible.

(2) Les substances nommées de *a*) à *i*) à l'article 4 doivent être dosées selon

a) la méthode exposée à l'annexe II ou

b) toute autre méthode que le Ministre peut, par écrit, juger acceptable et dont les résultats peuvent être confirmés par celle dont il est question à l'alinéa *a*).

(3) Aux fins des présentes lignes directrices, le pH d'un effluent dilué doit s'obtenir selon

a) la méthode prescrite à la section 424 du manuel *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water,* 14e édition (1975), publié conjointement par l'American Public Health Association, l'American Water Works Association et la Water Pollution Control Federation ou

b) toute autre méthode que le Ministre peut, par écrit, juger acceptable et dont les résultats peuvent être confirmés par la méthode dont il est question à l'alinéa *a*).

Records

9. The records referred to in paragraph 6(*e*) should contain the following information respecting the month in respect of which the records are kept:

(*a*) the concentration of the substances (*a*) to (*i*) listed in section 4 and present in the composite samples analyzed, expressed in milligrams per litre;

(*b*) the pH of all the composite samples which are analyzed for heavy metals;

(*c*) the pH measurements requested in section 6(*d*);

(*d*) the treatment and/or disposal of each concentrated residue spent processing solution and sludges in the form set out in Schedule IV.

Reporting

10. The report referred to in paragraph 6(*f*) should contain:

(*a*) the concentration of the substances (*a*) to (*i*) listed in section 4 and present in the composite samples analyzed, expressed in milligrams per litre;

(*b*) the pH of all the composite samples which are analyzed for heavy metals.

Acceptable Modification of Additional Objectives

11. Where the owner of a metal finishing plant establishes to the satisfaction of the Minister that for scientific and technical reasons an alternate scheme of sampling and analysis, recording or reporting referred to in section 7, 8, 9 and 10, other than at the frequencies specified in those sections, is sufficient to enable the Minister to determine whether the owner is meeting the objectives outlined in section 5, the Minister may, in writing, indicate that it is acceptable for the owner to

(*a*) take and analyse samples of each undiluted effluent in accordance with the scheme;

(*b*) keep records in accordance with the scheme;

(*c*) report to the Minister in accordance with the scheme.

Registres

9. Les registres dont fait mention l'alinéa 6*e*) doivent contenir les renseignements suivants pour le mois considéré:

a) la concentration, en milligrammes par litre, des substances nommées de *a*) à *i*) à l'article 4, présentes dans les échantillons composites analysés;

b) le pH de tous les échantillons composites servant à l'analyse des métaux lourds;

c) les mesures du pH auxquelles se rapporte l'article 6*d*);

d) le traitement et(ou) le rejet de tous les résidus concentrés, solutions usées et boues selon la formule établie à l'annexe IV.

Rapports

10. Le rapport dont il est question à l'alinéa 6*f*) doit indiquer:

a) la concentration, en milligrammes par litre, des substances nommées de *a*) à *i*) à l'article 4, présentes dans les échantillons composites analysés;

b) le pH de tous les échantillons composites servant à l'analyse des métaux lourds.

Modifications acceptables des objectifs supplémentaires

11. Si le propriétaire d'un établissement de finition de surfaces métalliques établit à la satisfaction du Ministre que, pour des raisons scientifiques et techniques, l'échantillonnage et l'analyse, ou la présentation des registres et des rapports peuvent se faire à des intervalles autres que ceux prévus aux articles 7, 8, 9 et 10, tout en permettant au Ministre de juger si les objectifs précisés à l'article 5 sont respectés, ce dernier peut, par écrit, indiquer au propriétaire qu'il est acceptable:

a) de prélever et d'analyser les échantillons de chaque effluent non dilué aux intervalles proposés;

b) de tenir les registres selon les périodes proposées;

c) de remettre ses rapports au Ministre au terme des mêmes périodes.

SCHEDULE I

Objectives for substances

Item	Substance	Max. total concentration in mg/l
1.	Total Suspended Matter	30
2.	Cadmium	1.5
3.	Chromium (Total)	1.0
4.	Copper	1.0
5.	Lead	1.5
6.	Zinc	2.0
7.	Nickel	2.0
8.	Cyanide (oxidizable)	0.1
9.	Cyanide (Total)	3.0

ANNEXE I

Objectifs pour les substances

Article	Substance	Concentration totale maximale en mg/l
1.	Matières totales en suspension	30
2.	Cadmium	1,5
3.	Chrome (total)	1,0
4.	Cuivre	1,0
5.	Plomb	1,5
6.	Zinc	2,0
7.	Nickel	2,0
8.	Cyanures (oxydables)	0,1
9.	Cyanures (totaux)	3,0

SCHEDULE II

Analytical references test methods for determining concentrations of substances in liquid effluents

1.	Total Suspended Matter	Non Filterable Residue, APHA 14th Edition No. 208 D
2.	Cadmium	APHA, 14th Edition, A.A. Spectrophotometry method
3.	Chromium (Total)	Same as Cadmium
4.	Copper	Same as Cadmium
5.	Lead	Same as Cadmium
6.	Zinc	Same as Cadmium
7.	Nickel	Same as Cadmium
8.	Cyanide (oxidizable)	APHA standard Method, 14th Edition No. 413, ASTM standards (1975) (D2036)
9.	Cyanide (Total)	Same as cyanide (oxidizable)

ANNEXE II

Méthodes analytiques de référence pour le dosage des substances présentes dans les effluents

1.	Matières totales en suspension	Résidus non filtrables, APHA, 14e édition nº 208 D
2.	Cadmium	APHA, 14e édition, spectrophotométrie d'absorption atomique
3.	Chrome (total)	Idem
4.	Cuivre	Idem
5.	Plomb	Idem
6.	Zinc	Idem
7.	Nickel	Idem
8.	Cyanures (oxydables)	Méthode normalisée de l'APHA, 14e édition nº 413, normes de l'ASTM (1975) (D2036)
9.	Cyanures (totaux)	Idem

SCHEDULE III

Metal finishing plant effluent report

Use one sheet for each effluent deposited.
Fill in only data reporting substances present in the composite sample.

Date of Sample Collection: _____
pH of Composite Sample used for the analysis of heavy metals: _____

	Substances	Total Concentration in mg/l
1.	Total suspended matter	
2.	Cadmium	
3.	Chromium (Total)	
4.	Copper	
5.	Cyanide (oxidizable)	
6.	Cyanide (Total)	
7.	Lead	
8.	Zinc	
9.	Nickel	

Notes:

Name of company: _____
Location of plant: _____
Month: _____
Signature and title
of the officer of the Company: _____

ANNEXE III

Rapport sur les effluents des ateliers de traitements de surface

Utiliser une nouvelle feuille pour chaque effluent rejeté.
Ne donner que la concentration des substances présentes dans l'échantillon considéré.

Date de l'échantillonnage: _____
pH de l'échantillon composite ayant servi à l'analyse des métaux lourds: _____

	Substances	Concentration totale en mg/l
1.	Matières totales en suspension	
2.	Cadmium	
3.	Chrome (total)	
4.	Cuivre	
5.	Plomb	
6.	Zinc	
7.	Nickel	
8.	Cyanures (oxydables)	
9.	Cyanures (totaux)	

Remarques:

Nom de la société: _____
Adresse de l'établissement: _____
Mois: _____
Signature et titre
du responsable de la société: _____

SCHEDULE IV

Records of treatment and/or disposal

a—Concentrated spent processing solutions

Date	Name and Main Chemical	Approximate Concentration (in mg/l)	Approximate Volume (in litres)	In Plant Treatment (check as applicable)	Off-site Shipment (check as applicable)	
					to treatment	to disposal

b—Sludges and residues

Date	Name and Main Chemical	Approximate Volume (in litres)	In Site (check as applicable)		Off-site Shipment (check as applicable)	
			to treatment	to disposal	to treatment	to disposal

Name of Company: _____

Location of Plant: _____

Signature and title of the officer of the Company: _____

ANNEXE IV

Données sur l'épuration et l'élimination

a—Solutions de finition concentrées, usées

Date	Nom et principal produit chimique	Concentration approximative (mg/l)	Volume approximatif (litres)	Traitement sur place (cocher s'il y a lieu)	Envoi à l'extérieur (cocher ce qui convient)	
					pour traitement	pour élimination

b—Boues et résidus

Date	Nom et principal produit chimique	Volume approximatif (litres)	Sur place (cocher ce qui convient)		Envoi à l'extérieur (cocher ce qui convient)	
			pour traitement	pour élimination	pour traitement	pour élimination

Nom de la société: _____

Adresse de l'établissement: _____

Signature et titre du responsable de la société: _____

EXPLANATORY NOTES

EXPLANATORY NOTES FOR THE METAL FINISHING LIQUID EFFLUENT GUIDELINES

The following explanatory notes are intended to clarify the intent, meaning and basis of authority for the guidelines, which are not always immediately clear due to the difficulty of expressing scientific and technical concepts in normally used regulatory terminology.

INTENT

The intent of these guidelines, is to limit the discharge of deleterious substances in effluents from metal finishing plants for the protection of fish and other aquatic life. The guidelines will apply uniformly across Canada as national baseline standards and, when complied with, will achieve a very substantial reduction of contaminants discharged to waters. The final effluent may, in some cases, be still acutely lethal to fish. In such a case, and when a metal finishing plant is located in an environmentally sensitive area, it may be subject to stricter local controls. Provincial or local governments may also impose more stringent requirements than the federal guidelines. The more stringent requirements will prevail.

PURPOSE

The aim of these guidelines is to ensure that all metal finishing plants operating in Canada apply best practicable technology to the control of their liquid effluents. In most operations, best practicable technology will consist of segregation and destruction of oxidizable cyanide, segregation and reduction of hexavalent chromium and precipitation of metals followed by settling, separation and disposal of sludges. Treatment techniques are described in the Environmental Protection Service Publication EPS 3-WP-76-10, "Wastewater and Sludge Control in the Canadian Metal Finishing Industry".

METHOD OF DEVELOPMENT

There are two fundamental approaches to pollution control: (a) control at the source; or (b) specification of acceptable levels of degradation in the environment, e.g. receiving water quality standards.

The Environmental Protection Service has opted for control at the source as the national approach, in order to reduce gross pollution as quickly as possible. The acceptable level of control is based on the application of "best practicable technology". The phrase "best practicable technology" implies technology both technically and economically viable. BPT (Best Practicable Technology), and the effluent quality standards reflecting BPT, were determined on the basis of recommendations of a task force comprised of federal and provincial regulatory agency officials and representatives of the industry, who examined a state-of-the-art review of the industry. The task force identified BPT and recommended achievable control objectives and analytical methods for specified contaminants. These recommendations were then used to formulate the guidelines.

CONTROL DOCUMENTS

The controls for the metal finishing industry are expressed in guidelines and a code of good housekeeping practice supported by explanatory notes. The objectives represent what the federal government expects of the industry as a national minimum acceptable control level.

A guideline is not a specific law. It is a statement indicating what practices will be considered by the Environmental Protection Service to be in compliance with the spirit of the law. Failure to comply with a guideline is not itself an offence; however, it may mean that the law itself (e.g. the general prohibition of deleterious discharges expressed in the Fisheries Act) is being violated.

The code of good housekeeping practice is a technical document. It is an expression of what the Environmental Protection Service feels is good practice in the design and operation of a plant, to minimize water pollution. The code of good housekeeping practice provides a guide for those professionals responsible for environmental control, emphasizing control practices that should be considered at all stages of development of a metal finishing plant.

OFF-SITE TREATMENT FACILITIES

The control documents make an exemption from the controls for liquid effluent leaving the metal finishing plant if they are treated in facilities outside the metal finishing plant, such as municipal

sewage system or a central treatment facility, and providing the Minister approves such manner of disposal. This approval will only be given where the off-site facility provides equivalent treatment to that required by the guidelines. If the outside facilities are not approved by the Minister, the effluents leaving the metal finishing plant are subject to the guidelines.

CONTROLLED PARAMETERS

Numerical Limits have been set for cadmium, chromium (total), lead, copper, zinc, nickel, cyanide (oxidizable and total), total suspended matter and pH. Limits have been specified for those parameters which are known to occur commonly in metal finishing plant effluents in sufficient amounts to be deleterious to fish and for which demonstrated practicable technology exists to reduce these substances to low levels. Control of the parameters is expected also to lower the quantities of other undesirable metals which may be present in the final effluent.

The limits for metals are expressed in terms of "total metal" concentrations which include these metals in both their dissolved and undissolved forms.

ACUTE LETHALITY

It is the policy of the Department to add, in every effluent control package, a requirement to test the acute lethality to fish of the final effluent before it is discharged. There is no such requirement specified in these guidelines at this time. Recognizing the practical impossibility of selecting one or more existing plants as representative of the whole metal finishing industry, it was recommended by the Task Force members that the toxicity to fish of the final effluent be investigated at some existing operations applying wastewater treatment representing best practicable technology. After the completion of this investigation a request to conduct acute lethality tests may be included in these guidelines at a later date.

MINISTER AND ADMINISTRATION

While the responsibility for administrating the functions of the Minister under these guidelines normally rests with the Environmental Protection Service of the Department of Fisheries and Environment Canada, some

of these functions may be performed in some provinces or territories by a provincial or other federal regulatory agency. However, unless an owner of a metal finishing plant is notified that another agency is administering any part of these guidelines, he should direct any reports which are required to be sent to the Minister under these guidelines, or any enquiries, to the appropriate office of the Environmental Protection Service, Department of Fisheries and Environment:

Pacific Region:	British Columbia, Yukon
	Regional Director-General EPS - Pacific Region Kapilano 100 - Park Royal West Vancouver, B.C. V7T 1A2
Northwest Region:	Alberta, Saskatchewan, Manitoba, Northwest Territories
	Regional Director-General EPS - Northwest Region 10th floor, Room 901 Imperial Oil Building 10025 Jasper Avenue Edmonton, Alberta T5J 2X9
Ontario Region:	Ontario
	Regional Director-General EPS - Ontario Region 2nd floor 135 St. Clair Avenue West Toronto, Ontario M4V 1P5
Quebec Region:	Quebec
	Regional Director-General EPS - Quebec Region 2020 University Street 5th floor Montreal, Quebec H3B 3K9
Atlantic Region:	New Brunswick, Prince Edward Island, Nova Scotia and Newfoundland
	Regional Director-General EPS - Atlantic Region 16th floor Bank of Montreal Tower 5151 George Street P.O. Box 2406 Halifax, Nova Scotia B3J 3E4

APPLICATION

These guidelines do not apply to existing metal finishing plants which are captive of other operations such as steel companies, foundries, automotive manufacturers and airplane manufacturers where the effluents from the different components of the complex are not segregated and discharged separately.

These guidelines do not apply to metal finishing plants captive of other industrial sectors for which Federal Regulations/Guidelines have already been issued under the Fisheries Act and where such requirements already cover the metal finishing segment of that industry.

These guidelines do not apply to the precious metal finishing plants.

pH

When the pH of an effluent is outside the range of 6.0 to 9.5 but is the same as the intake water, the pH limitation will not apply.

SAMPLING AND ANALYSIS

The effluent samples should be taken before discharge to receiving waters or before the effluent leaves the plant site.

Suitable monitoring and recording equipment for pH should be provided. pH should be measured continuously for all effluents continuously discharged.

When the effluent is treated in batches, the pH of each batch, before discharge, should also be measured.

RECORDING AND REPORTING

All metal finishing plants should first establish what materials are present in the effluent of their plant and should record and report only those parameters which are applicable to their operation.

The reporting format specified in section 10 of the guidelines may be integrated with reporting procedures currently in effect.

Although the guidelines only request the operator of a metal finishing plant to report the information listed therein, any additional information the metal finishing plant wishes to provide may be submitted.

A CODE OF GOOD HOUSEKEEPING PRACTICE

FOR THE METAL FINISHING INDUSTRY

TABLE OF CONTENTS

		Page
1.	INTRODUCTION	1
2.	ROLE OF SUPERVISION	2
3.	DESIGN AND PROTECTION OF FLOORS	3
4.	PROTECTION ON EQUIPMENT	9
5.	SUBSTITUTION	11
6.	WATER USE	14
7.	CONTROL OF ACCIDENTS	18
8.	DRAINAGE AND DRAG-OUT	23
9.	RECLAMATION	25
10.	REGENERATION	27
REFERENCES		28

1. INTRODUCTION

This Code of Good Housekeeping Practice was prepared to indicate methods and practices which should be followed to assist in meeting the requirements of the guidelines for the control of liquid effluents from metal finishing plants. It is not intended to supersede any other Federal or Provincial legislation, regulation or code of practice but to serve as a useful supplement to these documents. It is meant to be a guide to professionals in meeting their environmental control responsibilities and emphasizes pollution control practices that should be considered at all stages of metal finishing operation. All metal finishing plants should make every effort to anticipate the environmental consequences of their operations and take appropriate action to protect the environment.

The Code, although relating to the current state-of-the-art, is not intended to be restrictive in any way to the use and development of new and more effective methods of pollution abatement.

It is written, for clarity, in a sequential format. However, it must be clearly understood that the various practices discussed are often highly interactive and must be considered concurrently.

2. ROLE OF SUPERVISION

Conscientious supervision is the most important single factor in effecting good housekeeping practices. The concern of management, transmitted through the foreman and resulting in the carrying out of these practices, is the only mechanism that will function successfully.

The day-to-day necessity of getting finished goods out the door and responding to customer demands makes it very difficult for management and its supervision to give constant attention to the many details that constitute good housekeeping.

The financial and human resources are not always available to the metal finisher to do all the things he knows he should do and would like to do. But, in spite of these limitations, some shops are quite successful and decidedly more successful than others with equivalent resources. The reason is always found in the attitude of management and the degree to which that attitude is transmitted to supervisory staff and, through them, to the operators.

Management can identify the losses that are occurring by looking at chemical operating costs. Supervision can ensure that the good housekeeping procedures that will protect both capital and operating costs are carried out. Failure to recognize these factors in the past has always been expensive in the long run. Failure to recognize them in the future may be economically disastrous.

The education of supervisors can be assisted by courses available in some parts of Canada [1], books [2], and correspondence courses [3].

Most of the recommendations in the following chapters are within the scope of every metal finisher to carry out without major capital expense, especially if management will plan to incorporate them with every opportunity. With an acceptance of the need and a positive approach at all levels of supervision, a large portion of the losses of toxic materials to the environment can be eliminated.

3. DESIGN AND PROTECTION OF FLOORS

For successful practice of good housekeeping, management and supervision must first turn their attention to the floor. Without floors that are properly designed and protected, many of the recommendations that follow will be more difficult, and perhaps impossible, to implement.

The financial resources that, historically, have been available for metal finishing operations have almost always been severely limited. As a result, the funds available were dispersed primarily on the operating equipment. A minimum of attention was paid to the housing of the plant and, in particular, to the flooring on which it was placed.

By the time the error of this oversight had been recognised, the equipment and the tanks were in place, and a great deal of expense and disruption must be dealt with to bring about a correction. In many installations, chemical attack has destroyed floors, and the surrounding areas, including foundations, are open to the corrosive action of severe chemicals. Other chemicals may follow the same route and enter tile beds leading directly to ditches or storm sewers.

The chemicals used by the metal finishing industry bring together in a relatively small space an unusual variety of corrosive and potentially contaminating materials.

In designing new layout, or where changes in equipment or moving permit an opportunity for re-layout, the floor should be constructed with the following in mind:

1) *the specific chemicals to be used* (Consult with the floor installer and the handbooks concerning ability of protection to withstand chemicals. Note particularly any exceptions.);
2) *type of traffic*;
3) *thermal shock expected*;
4) *mechanical shock expected*;
5) *capability for containing an accidental spill*;
6) *susceptability of concrete to chemical corrosion*; and,

7) the necessity of finding the most economical way to accomplish all of the objectives.

3.1 Layout

To ensure that chemicals reaching the floor are confined or directed to the proper drain, curbing should be installed under each tank or piece of equipment handling valuable or potentially contaminating materials.

This curbing is most effective when it is installed with the flooring, since joints can be eliminated. A common curbing can be used to collect any losses from a group of tanks used for the same treatment procedure. Curbing can also be installed in existing flooring, with proper attention to the sealing of joints.

On new installations, underground tanks for holding or treatment purposes should be considered because they may be the most space saving and economical approach.

3.2 Base Floor

The base floor must be able to withstand the weight of tanks and equipment without movement or cracking, since cracking will permit penetration of chemicals through corrosion resistant materials applied over the floor.

Old floors must be thoroughly cleaned with detergent and all broken and uneven areas carefully repaired to a smooth unbroken surface.

New floors should be of reinforced concrete of high strength (3000 psi) and homogeneous. Ten days of curing should be allowed before corrosion proofing is done.

Expansion joints according to standard practice are satisfactory, but pump foundations and other vibrating equipment should be isolated, along with structural columns.

The concrete surface should be finished in accordance with the recommendations of the supplier and/or installer of the corrosion resistant material used.

3.3 Floor Finishing

The finished concrete floor should be coated with a corrosion resistant material of brick or tile or with a resinous monolithic coating.

3.3.1 Corrosion resistant brick or tile

One of the oldest and still most reliable floor coatings is corrosion resistant brick or tile. Although expensive, it is certainly best where harsh chemicals such as hydrochloric acid are present and when there is considerable abuse of the floor.

Since the brick itself is not impermeable, it must be used with an interliner, usually 6 mm (approximately 1/4") to 10 mm (approximately 3/8") asphalt base reinforced with asphalt impregnated glass cloth. This membrane must be continuous to prevent any penetration.

The finished concrete is brush coated with an acid resisting asphalt primer and the hot membrane material is poured on with a layer of impregnated glass cloth between two pourings at stress points such as sumps, trenches and pits.

The brick itself must be able to withstand corrosion, as well as perform its primary function as a shock absorber. It may be high silica fire brick or red shale clay. Corrosion resistant mortars must be used and they may be selected from the handbooks [4].

Expansion and contraction joints, coordinating with those in the base floor, are essential. Special care with this provision must be taken around all fixed points.

3.3.2 Resinuous monolithic coatings

These materials are thermosetting plastics of the epoxy, polyurethane or polyester types with silica or carbon fillers. They are applied either by trowelling or spraying.

Since their cost is 30-50% cheaper installed than brick, they are by far the most common applications. As with the impervious layer under brick, glass cloth may be used for additional strength.

To guarantee a minimum thickness of 3 mm (approximately 1/8") on the least covered area, an average thickness of 6 mm (approximately 1/4") is required.

Construction joints must be carried up through the resinous topping and a tough chemical resistant joint made.

The advantages of this system are:

a) good wear resistance;

b) short installation time;

c) reasonable cost;

d) it is easy to repair; and,

e) can be installed in damp conditions.

Different formulations have a wide variety of properties.

Epoxies with high chemical resistance usually have low heat resistance (80°C, approximately 160°F) and those with high heat resistance have only moderate chemical resistance.

Polyester systems are available with both high chemical resistance and high heat resistance, and are now the most widely used. Handbooks [5] are available showing the combinations of properties.

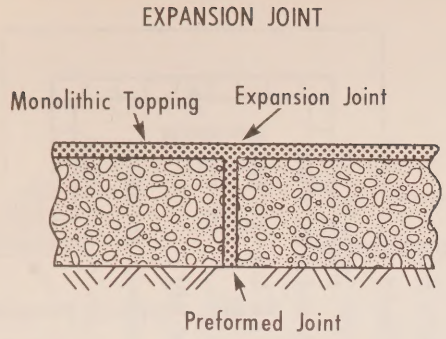
Resinous monolithic coatings are not continuously impermeable under constant attack with corrosive chemicals in depth. Thus, in trenches and sumps, brick or tile is much more desirable. The best combination would probably be a glass reinforced modified polyester covered floor with tile or brick lined sumps and trenches.

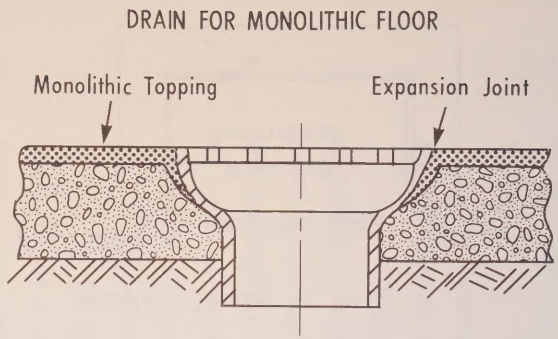
Resinous materials may be applied to vertical surfaces and, therefore, are suitable linings for underground holding or treatment tanks.

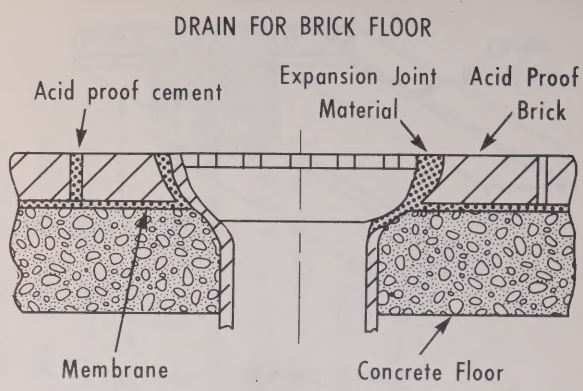
Water mix inorganic cements are now coming onto the market for use as monolithic coatings or gunnite-type applied coatings on steel or concrete tanks. Insufficient information on their performance is available at this time to comment on their merits in cost, durability or maintenance.

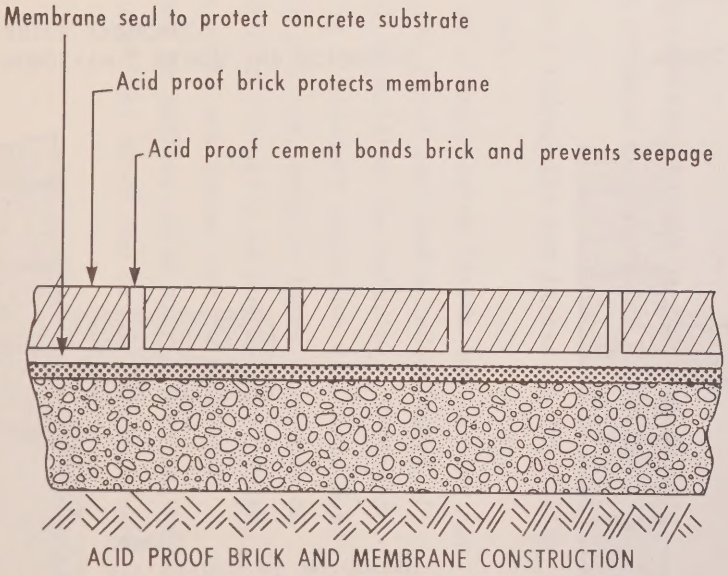
Adjacent floor areas should be treated with any of the sealants recommended in the handbooks [4] to prevent dusting and make the floors easy to keep clean and free from spilled chemicals.

Typical examples of floor construction and finishing are shown in Figure 1.









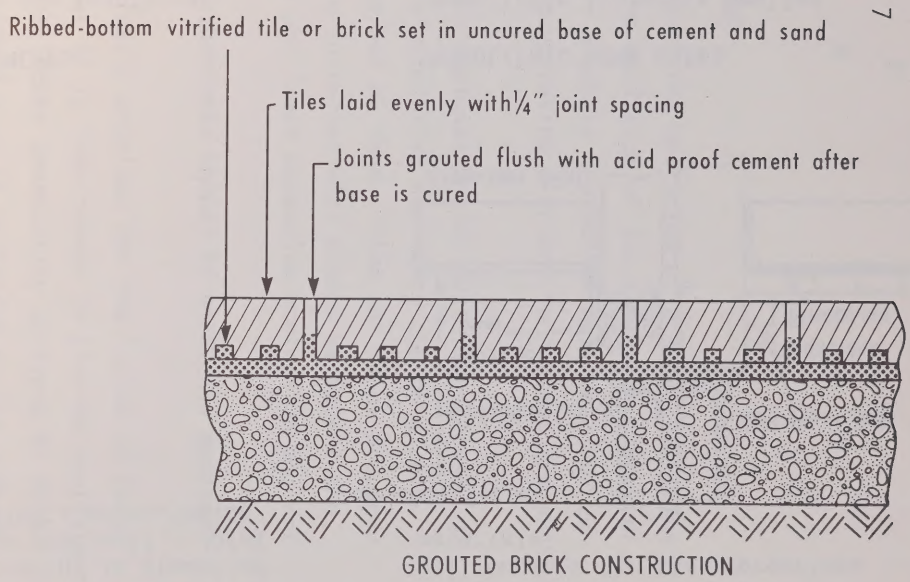
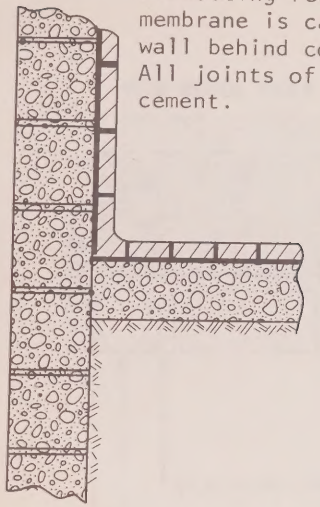


FIGURE 1 TYPICAL EXAMPLES OF FLOOR CONSTRUCTION AND FINISHING

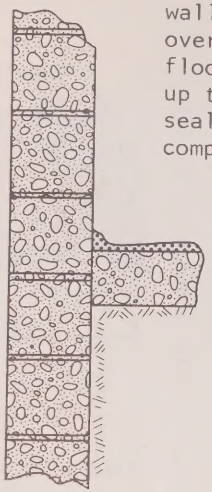
BRICK WALL COVING

Protecting resin based membrane is carried up wall behind coving. All joints of acidproof cement.



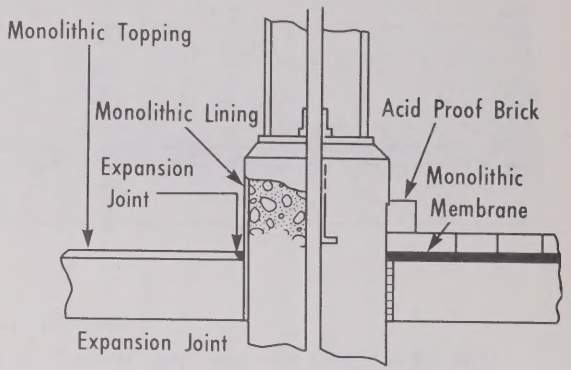
MONOLITHIC WALL COVING

Lining is applied to the wall and featherbed down over the floor. Monolithic floor covering is trowelled up to the side wall. Joint sealed with a polysulphide compound.



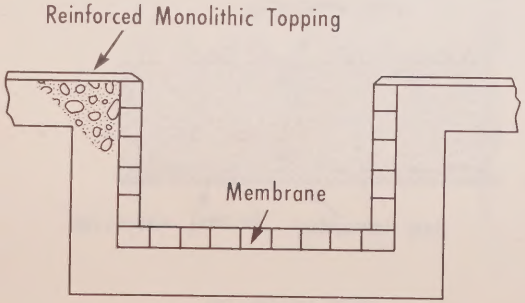
BRICK AND MONOLITHIC COLUMN BASES

Each of these is treated in the same manner as the side wall covings for the appropriate materials.



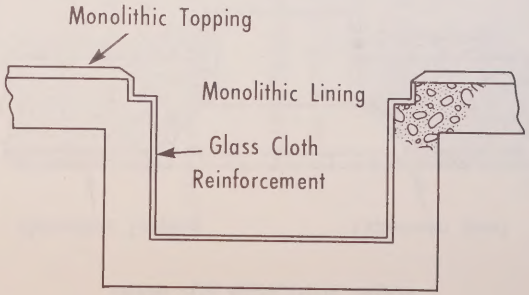
MONOLITHIC FLOOR AND ACIDPROOF BRICK TRENCHES

After trench is lined with flexible membrane, brick is layed up with acidproof cement. To seal the trench with its brick lining, glass reinforced monolithic floor topping is trowelled across the header course.



MONOLITHIC TRENCHES

These trenches use reinforced monolithic lining material, specially designed for use on vertical surfaces. The lining should run up onto the floor and the floor topping is brought to the edge of the trench to seal completely the monolithic joint.



MONOLITHIC PUMP BASES

Monolithic lining is applied to the top and sides of the base and feathered over the floor. The floor topping is then trowelled on the floor and up the sides of the base. Reinforcement will depend on the service conditions.

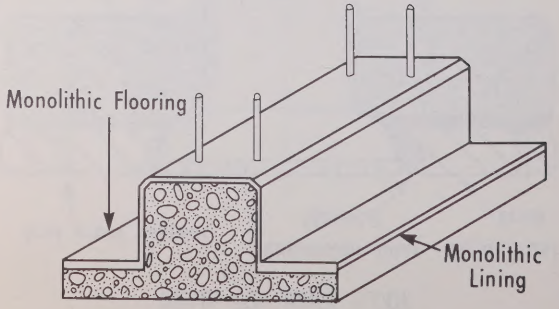


FIGURE 1 (Cont'd)

4. PROTECTION OF EQUIPMENT

Much can be learned about the operation of a metal finishing shop by visual observation of the condition of the equipment. However, apart from the aesthetic effect, adequate protection must be given to equipment to ensure a reasonable operating life and to prevent accidental losses.

There is no more likely explanation for mysterious losses of chemicals than the combination of excessive saving on the original cost of tanks and subsequent neglect of them. Time and money properly spent at the time when tanks are installed will always be repaid and, in the end, provide the easiest and least expensive protection against losses.

Every tank containing chemicals should be protected against losses due to corrosion.

Protection is automatically provided for the inside of tanks carrying corrosive materials, but it is less common to provide equivalent protection for the outside. *Rinse tanks immediately adjacent to tanks containing corrosive chemicals should also be protected on the outside as well as on the inside.* Coating the outside and bottom of tanks with half the coating thickness used on the inside and the flanges will give excellent protection.

In addition, adequate protection should be provided to the surfaces of the hoists and other mechanisms, structural steel, utility connections and steel piping.

Tanks should be inspected frequently for breaks in the lining, whether fully coated outside or not.

A break in the lining of a tank coated inside and outside may lead to a sizeable corrosion of the steel tank and a sudden burst of the lining, which may be all that is holding the solution. Periodic spark testing of critical tanks is a standard procedure with many good platers and is a wise maintenance program, whether tanks have outside linings or not. The test equipment can usually be borrowed or rented.

Where it is too expensive or not convenient to have tanks lined on the outside, coatings may be applied which are similar to the monolithic resins used on the floors and which may be applied by brush

or spray. Thicknesses of 15-30 mils can be accomplished and they are nearly competitive in cost to most of the epoxy and vinyl paint systems. These coatings have superior shock and heat resistance and a lower coefficient of expansion, and are more resistant to corrosion running out underneath than the paints.

No paints have been found which are truly satisfactory except as temporary protection. They are helpful in the short run and if reapplied annually will provide modest protection. This re-application is, of course, difficult in some cases, such as on the bottom of tanks.

In many instances, corrosion resistance on the outside is automatically provided when materials other than steel are chosen as the basic material of construction for the tank. The decision to use some of these other materials is usually based on other considerations and the outside corrosion protection is an added benefit. Some of these materials might be:

- plastic, e.g. polypropylene or polyethylene;
- glass fibre reinforced plastic; and,
- stainless steel.

5. SUBSTITUTION

While substitution may not precisely fall under the heading of good housekeeping, it is part of the development of good management in a metal finishing operation.

The pressure on the industry to reduce contaminants in the effluents has led the chemical suppliers to the industry to seek out substitutes which will reduce or eliminate a source of pollution.

Cleaners containing non-biodegradable compounds should be completely avoided.

The use of phosphates should be eliminated, if possible, or at least reduced to the lowest possible concentration.

An effort should be made to replace environmentally dangerous chemicals with those less toxic or more readily removed from the effluent stream.

Wherever possible baths should be operated at the lowest concentration practicable.

In implementing these suggestions, the following possibilities are available:

5.1 Cyanide

The greatest success so far has been in the reduction or elimination of cyanide in zinc plating processes. Because the old, higher concentrations of baths also helped greatly in the cleaning process, there has been some reluctance to give up this advantage. Thus, the widest acceptance has been for low cyanide formulations which reduce the cyanide concentrations by as much as 90%. However, even this reduction has not eliminated the necessity for waste treatment in most instances.

Some sulphate acid baths are in operation where surface appearance is not critical but these applications are limited.

Bright chloride zinc baths that have excellent performance are now on the market but their requirement for corrosion proof equipment has limited conversion of existing facilities and these baths have not yet found great acceptance in new installations. Modifications to these baths may increase their acceptance in the future.

Chelated zinc baths recently introduced to the market pose the difficulty of removing zinc from the effluent.

High alkaline zinc baths, not chelated, are now finding increased acceptance but, since they contain no cyanide, cleaning systems must often be upgraded. The removal of zinc from the effluent simply requires a reduction of the pH to precipitate the metal as the hydroxide.

Pyrophosphate copper is occasionally used as a substitute for cyanide copper, but closer pH control is required to precipitate the copper from the effluent stream and, when mixed with other metals, may not reach the required levels of concentration.

A cyanide-free cadmium bath is on the market but has not received a great deal of acceptance.

The development of highly corrosion resistant conversion coatings on zinc plating has virtually eliminated the necessity for using cadmium, a much more toxic element. Cadmium should be replaced by zinc plating in every possible application. Only the military have any apparent need for it.

With the cleaners that are now available, there is no need to use cyanide in any cleaning operation. Cyanide could be eliminated completely from plating plants, where it is only used occasionally, by sub-contracting when necessary.

Similarly, there are some substitutes for cyanide containing stripping compounds. Consult your supplier.

5.2 Tri-valent Chromium

As a substitute for hexavalent chromium, tri-valent chromium is now entering the market and is of interest because it rinses more freely and permits simpler waste treatment facilities. There is a slight difference in the colour of the plated metal from that plated from hexavalent chromium systems, but when acceptance of this variation becomes more general, this process will find more application.

5.3 Cleaners

Most suppliers of cleaners have voluntarily eliminated non-biodegradable compounds from their formulations, and many have also reduced or eliminated phosphates as well, although it is not required at this time.

It is the metal finisher's responsibility to know what is in the materials he buys. He should question carefully his sources of proprietary compounds that are sold by trade name or number.

Whenever possible cleaners not containing phosphates should be used.

5.4 Lower Concentration

Although not precisely a substitution, an alternative method of operation tending to reduce cost and effluent contaminants is the use of lower concentrations where possible.

Low cyanide baths were discussed above.

Nickel baths operated at the low end of the operating range can produce substantial savings. More frequent additions are required but the savings justify the trouble.

Chrome baths that were once operated at 400 g/l (53 oz/gal) have been reduced to 225 g/l (30 oz/gal), and now satisfactory performance is being obtained at 150 g/l (20 oz/gal), except for critical or complex parts.

6. WATER USE

Water has always been cheap and plentiful in most parts of Canada and the metal finisher has traditionally used it generously for rinsing purposes without attempting to measure the amounts really required. This practice is now being increasingly questioned because of the rapid rise in the cost of water in urban areas, where most metal finishing is done. Overloading of waste treatment facilities and efforts to limit their size are an additional inducements to cut waste flows.

When water has been used freely without any attempt at control, it is usually easy to reduce consumption by a minimum of 50% and, in some instances, by as much as 90%.

Rinsing should be carried out using the least required amount of water for adequate rinsing [5]. *This is influenced by:*

a) *the physical arrangement of the rinsing tanks;*
b) *the time the work piece is in contact with the water;*
c) *volume of uncontaminated water that can be brought in contact with the work piece in a given time;*
d) *the temperature of the part and the water;*
e) *the shape of the part;*
f) *the position of the part on the rack; and,*
g) *the draining time required over process tank prior to rinsing.*

Several steps are required to ensure the maximum effective use of water.

The first step, in both new and existing plants, is a test to find out just how much rinsing is necessary. Much study has been given to the subject and the theoretical calculations are available from the handbooks [5]. However, most metal finishers prefer to work the actual requirements on their own.

A simple procedure could be:

1) Identify the parts that are the most difficult to rinse.
2) Select the baths that are the most difficult to rinse.
3) Determine the present water flow rate. This can be done with a bucket and stop watch or by measuring how long it takes to fill a tank to a given depth.

4) Gradually reduce the flow of water until rinsing becomes inadequate because of potential contamination of subsequent baths or the leaving of stains on the work.
5) Increase the flow about 10% above the level in 4) and measure this new rate.
6) Install flow restrictors at this rate and permit supervision only to change them.

The amount of rinsing that may be done in a given operation may be improved by:

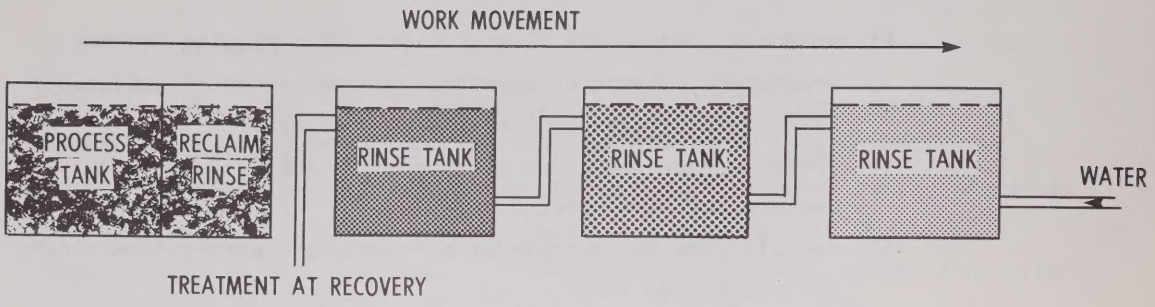
a) *agitation of work while in the rinse tank;*
b) *air agitation of the rinse water;*
c) *hydraulic agitation of the rinse water;*
d) *mechanical agitation of the rinse water with mixers or impellers;*
e) *ultrasonic agitation of the rinse water;*
f) *raising the water temperature;*
g) *use of wetting agents; and,*
h) *introduction of fresh water at the bottom of rinse tanks, using a spreader wherever possible.*

These tests and changes may be made at all of the rinse stages, but those that are adequate for rinsing cyanide or chromium solutions will probably be satisfactory at other stages as well.

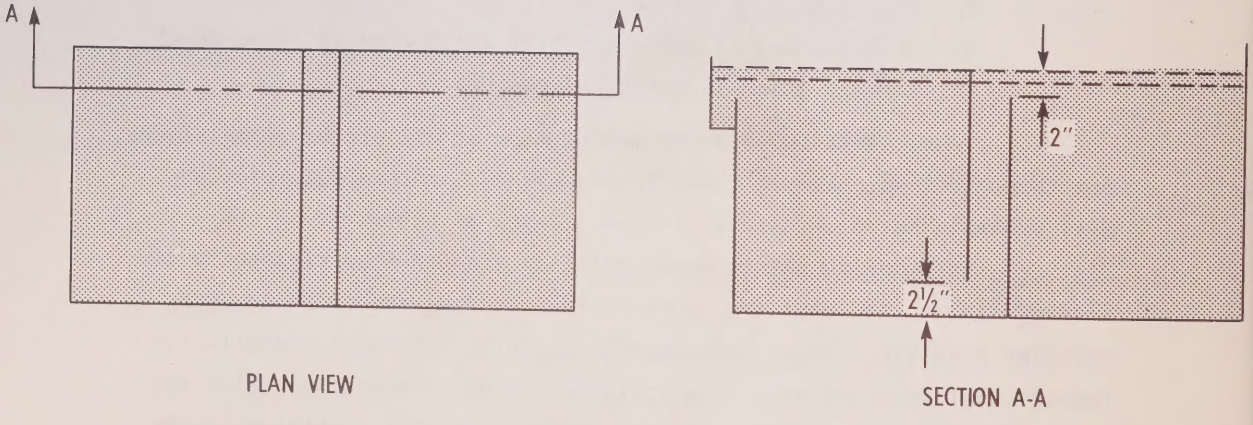
In existing plants where multiple counter-flow rinsing is not already in use, at least two counter-flowing tanks should be adopted wherever possible. Their introduction at this stage will dramatically reduce water requirements. The installation of a second tank with its water flowing to the first tank will permit up to 90% reduction in the water required to obtain the same rinsing effect. A third tank would allow another equivalent reduction.

Multiple counter-flow rinsing should be designed into every new installation (see Figure 2).

The finisher is faced with the need to reduce water consumption versus the cost of space and the time to enter each of the extra rinses. At the same time, any planning should take into account the future



SCHEMATIC OF TRIPLE COUNTER-FLOW RINSING



2-COMPARTMENT COUNTER-FLOW RINSE TANK WITH 2 BAFFLES

FIGURE 2 MULTIPLE COUNTER-FLOW RINSING

necessity for more and more reduction of consumption. Multiple counter-flow rinsing reduces the likelihood of inadequate rinsing and subsequent drag-in of impurities to process tanks. This factor becomes increasingly important when attempts are made to improve the recovery of solutions.

Fog rinsing of parts while over the plating tank, or in an empty tank immediately following the process tank, will accomplish preliminary rinsing and reduce the amount of subsequent rinsing required. This also provides make-up water for the tank. This will be discussed further in Section 9.

Chemicals may be used as rinsing aids, such as in chrome plating where sodium metabisuphite in the rinse tank reduces some of the hexavalent chromium, thus improving the subsequent rinsing action. It also assists any treatment system for the chromium.

Proper consideration should be given to re-useable water for rinsing.

Cooling water is used for rinsing as a standard practice in most shops but is not always fully appreciated as a water source. This seems particularly true in captive shops.

Cooling water required to control temperature in process baths can be recycled with the use of refrigeration or cooling towers.

Another source of rinsing water could be the clean, or at least re-useable, water obtained as a by-product of a treatment system. Since these systems are not usually justified economically for water recovery alone, they will not be discussed further but are listed below for reference:

1) Integrated system [6]
2) Controlled recirculation [7]
3) Ion exchange [8]
4) Evaporative systems [9]
5) Reverse osmosis [10, 11, 12]

7. CONTROL OF ACCIDENTS

While running rinses carry many of the pollutants to the effluent stream and are the most readily measured for regulatory purposes, larger quantities are lost to the environment through accidents and deliberate dumps. In some instances, these two sources may account for as much as 80% of the heavy metal load to the environment from this industry. Further, the shock effect of high concentrations may be far more drastic on sewage treatment plants and receiving waters than the same quantity discharged over a long period. In most cases, waste treatment systems are inadequate to handle sudden shock loads and large quantities of pollutants may be discharged by these plants as well.

The following most likely sources of accidental losses should be controlled:

a) *tank leaks;*
b) *equipment leaks, i.e. filters, pumps, heat exchangers and their hoses and connections;*
c) *spillage between process tanks;*
d) *overflows;*
e) *accidental opening or rupture of a valve; and,*
f) *spilling of chemicals on addition or in storage.*

7.1 Tank Leaks

The protection of tanks from corrosive chemicals was discussed in Section 4. In the effort to keep capital cost down, it is common to make only the tanks carrying corrosive chemicals and those adjacent to them resistant to chemical attack, but there are other causes of corrosion that need to be considered.

Unprotected steel tanks should be shielded against stray currents with a material such as PVC.

In barrel plating, when the tank is cathodic, insulation should be provided against arcing which may occur between the anodes and the side of the tank.

In processes where there may be a build up of chloride not harmful to the process, there could be accelerated corrosion of an unprotected tank. If improved rinsing does not correct the problem, it is necessary to line the tank.

The best precaution is a regular inspection of all tanks containing concentrated solutions, with periodic emptying to check for attack on steel or breaks in linings.

7.2 Equipment Leaks

There is probably more loss of chemicals from equipment leaks than any other. The causes are almost always carelessness, insufficient maintenance and simple tolerance of a continuing condition. Filter hoses, heat exchanger connections, heating coils, and pump hoses and connections are all prone to degenerate and permit leakage. Losses of $2\frac{1}{2}$ to 5 cm (1-2 inches) per day of solution from process tanks through any of these routes may be blamed on evaporation or drag-out and go on for months. It is simply good economics to keep this equipment in good condition.

Because filters probably cause the most trouble, curbing the area around the filter will identify leakage and provide an opportunity for recovery.

Some companies place the filter over a solution treatment tank so that all losses are recovered. This further covered in Section 8.

Both heat exchangers and heating coils deteriorate slowly and develop pinpoint breaks or cracks. When the steam condenses, a vacuum is created and solution is drawn into the condensate.

Since many platers return condensate to the boiler to save water and energy, there is the likelihood of damage to the boiler as well as solution loss.

An alarm system should be installed on the boiler condensate return line and periodic examination of the water should be carried out.

A similar problem may occur with cooling water, except that it is possible that both overflow of the bath and loss of chemicals to the cooling stream may take place. If the cooling water is used subsequently for rinsing, it is likely the break will be identified quickly.

7.3 Spillage

This loss (which is constantly noticeable) may best be controlled by installing plastic coated drain trays between tanks so that the drippage may be carried back to the tanks from which it came.

7.3.1 Overflows

Although completely avoidable, almost every shop experiences these losses. Overflows usually occur during the "topping up" procedure and are the result of lack of attention.

To minimize the possibility of overflows, the following steps should be taken:

a) *Fit all hoses for adding water with spring loaded nozzles.*
b) *Where water is added directly from piping, use float level controls.*
c) *Install back flow preventers where water is discharged below solution surface.*
d) *Supervise!*

7.3.2 Accidental valve opening

This problem is self descriptive and *is best avoided by having no valves at all on the tanks holding concentrated solutions.*

If valves are already installed, they should be sealed off, making them impossible to open.

Valves are still a potential danger because they may be damaged by lift trucks, etc. and should be examined occasionally.

7.3.3 Spillage of chemicals

This, too, is self descriptive and applies to chemicals being added to process tanks or in storage. This is a problem which is primarily overcome by supervision and the establishment of rules.

Chemicals should be stored by lift trucks in areas safe from damage and sudden flooding.

Many inexpensive methods are available for assisting operators in the addition of chemicals and, at the same time, increasing their safety. The easier and safer it is for him, the less he will waste. It is adviseable to use equipment such as manual pumps, to avoid having to tip large containers, and automatic brightener dispensers. Chemicals mutually dangerous should be kept well separated.

7.3.4 General

Wherever possible and practical, a holding pit can be inserted between the plating plant and the discharge to the sewer. Alarms can be

set up to warn of a sudden change in effluent and direct the spill to the holding pit. These alarms may also shut off the water supply.

SUMMARY - CONTROL OF ACCIDENTS

Accident Source	Method of Detection	Correction or Prevention
All Losses	Supervision	Supervision
Process Tank Overflow by: 1. Leaving tap or hose unattended. 2. Cooling coil or heat exchanger leak.	1. Visual observation of floor spill collection system. 2. High level alarms in floor collection system. 3. Look for evidence of overflow on tank sides.	1. Floor construction designed to contain spill. (Curbs, trenches and pits). 2. Have facility for treatment of floor spills. 3. Use spring loaded valves for water additions. 4. Install automatic level controls for water additions.
Process Solution Leakage 1. Tank rupture or leak. 2. Filter or heat exchanger leaks and pump, hose or pipe leaks. 3. Accidental opening or breaking of valves.	Same as 1. & 2. above.	1. & 2. The same as above. 3. Place filter over tank for treating the appropriate process solution. 4. Empty and check process tanks periodically. 5. Give tanks adequate protective coating. 6. Remove valves from the bottom of process tanks.
Drippage Between Processes	Supervision	1. Install coated drip trays between tanks. 2. Provide as in 1. & 2. above for remaining drippage.
Process Solution Entering Cooling Water or Steam Condensate	1. Conductivity cell and bridge to sound an alarm. 2. Frequent check of steam condensate. 3. Use cooling water as a subsequent rinse where leak will become evident.	1. Conductivity control can be used to switch polluted condensate to a waste collecting tank for treatment. This also protects the boiler.
Spillage of Chemicals During Addition or in Storage	Supervision	1. Responsible man in charge of chemicals. 2. Use chemical feeders where possible. 3. Give operator equipment to help him and improve his safety. 4. Keep chemicals in a protected area where danger of flooding is at a minimum.

8. DRAINAGE AND DRAG-OUT

The source of most of the contaminants in the running rinses is the solution dragged out on the work piece and its volume is greatly influenced by the drainage procedure.

The volume of solution carried from a process tank by the work piece and its carrier is influenced by:

a) the speed of withdrawal;
b) the shape of the part;
c) drainage time;
d) viscosity and density of solution;
e) temperature of the solution; and,
f) position of work on the rack.

The speed of withdrawal is difficult to control in manual operations but it is the most important part of the cycle of transferring the work piece to the next station.

Proper care should be taken to minimize drag-out and maximize drainage.

Barrels create more difficulty than racks because of entrapment in and on the barrel itself. The barrel should be rotated during withdrawal and drainage when plating parts which tend to cup; however, for simple parts, the barrel should not be rotated since rotation would hold the solution on the surface of a simple piece.

Any barrel-parts combination can be tested easily by allowing a barrel with a parts load to drain into a dry container and measuring the amount of solution recovered by different methods.

It is important to inspect barrels frequently to ensure that the holes remain clear.

In rack plating systems, the rack and work should be suspended over the plating tank for the maximum time possible.

With chrome plating, this time should be at least 20 seconds. Five to ten seconds should also be allowed over drag-out recovery tanks. When the time of transfer is fixed, the greatest possible time should be given to withdrawal and drainage.

The shape of the part and its position on the rack must be continuously compromised by the plater. Parts should not be racked one above the other, but the limitations of electrochemistry and the economics of the operation usually make this a necessity. In extreme cases, however, the cost of waste treatment may dictate a reduction in the number of pieces on a rack to reduce drag-out. A wetting agent will assist drainage but its use must be balanced against cost and any interference that might be caused in subsequent operations.

Rack condition is also important when considering drag-out and drainage. Racks with mutilated coatings will trap considerable quantities of solution. Further, when racks deteriorate, many positions will not accept parts and these areas build up with plate which may drag-out as much solution as the parts themselves. *Strict rules should be established for the maintenance of racks and the degree of deterioration allowed before they must be withdrawn from production and repaired.*

9. RECLAMATION

Process solutions should be reclaimed before they reach the effluent stream.

Recovery at this stage provides the most economical and simplest of all ways of reducing the discharge of contaminants to the environment.

Reclamation of process solutions has been very much standard practice for a long time by most of the metal finishing industry. However, there are still many shops which have not yet undertaken a vigorous program to take advantage of the economic savings possible and to minimize pollution.

In order to take full advantage of the recovery possibilities, it is necessary either to reduce the entry of impurities into the baths or to face more frequent purification procedures on the bath.

The following practices should be used to reduce the impurities entering the bath:

1) *Improve the condition of plating racks by passing them through a cleaner and chrome stripping process between rack cycles. This is the greatest source of chromium contamination in copper solutions.*
2) *Keep barrel holes clear to permit maximum drainage.*
3) *Improve cleaning cycle before process baths.*
4) *Improve rinsing between process tanks (see Section 6).*
5) *Allow as much drainage time as possible in the rinses before each process tank.*
6) *Design rack to prevent work pieces from falling into process tank.*

All of these procedures represent changes involving capital or operating cost, but those who have carried them out know the economic advantages that are available to them through the recovery of chemicals.

The metal finisher has only to examine his consumption of chemicals to identify the potential for recovery.

A considerable amount of solution is often left in the treatment tanks used to purify baths and in filters when they are being cleaned.

These two procedures can lead to rather large quantities of solution being lost if the operations are not well done.

The purification procedure generates a large amount of sludge. This sludge should be washed with water and the wash water directed back to the bath through a filter. There is usually enough evaporation to allow for the extra water in the washing.

Similarly, solution trapped in the filter should be recovered during maintenance procedures and passed through the filtering system back to the bath.

The residue of these procedures that cannot be returned to the process tank should be kept in a holding tank and disposed of to an approved garbage dump. It must not be discharged to a drain.

The parts should be allowed to drain directly back into the bath and/or one or two reclaim tanks should be used immediately after the process. This procedure is most successful where the contents of these tanks are used to make up for evaporative losses. Some recovery is possible on cold tanks if drag-in can be reduced sufficiently. In extreme cases of drag-out, two reclaim tanks may be used, with the first making up the process solution losses and the second making up the first reclaim tank.

Consideration should also be given to fog spraying of parts while they are suspended over the plating bath; this is a very effective way of carrying drag-out directly back to the bath. The quantity of water used in the spray can be controlled to approximately equal the evaporation rate. This method has been used to keep copper cyanide levels in effluent below 2 mg/l [13].

Such good recovery techniques will lead to a build up of carbonates in copper cyanide solutions, but this can be limited by using deionized water for bath make-up and in fog sprays. Failing this, freezing subjective matter out of carbonates in sodium cyanide baths is a possibility, and they may be precipitated from potassium cyanide baths.

10. REGENERATION

All plating baths that appear to be spent or contaminated should be regenerated, if possible. This minimizes an economic loss and provides an opportunity to eliminate a possible discharge of a dangerous substance to the environment.

Regeneration techniques are commonly practiced by the industry as a means of extending the life of a process solution almost indefinitely, by removing metallic and organic impurities, and carbonates.

The partial removal of metallic impurities from nickel baths can be accomplished by using dummy cathodes, such as corrugated iron, and applying D.C. current at low current densities during off-shift hours. A notable exception to this procedure is chromic acid. When metallic impurities become intolerable and the bath does not operate properly, it is customary to dispose of all or part of the bath.

When the quantities are large enough it is sometimes economical to dilute the chromic acid solution to 90-100 g/l and pass it through an ion exchanger to remove the anionic metals. The purified solution is then evaporated to bring it up to standard bath concentrations.

Regeneration of chromic acid solution may be possible in the future through electrodialysis techniques.

Most post-plating treatment baths, such as chromating and dechromating solutions, do become depleted and must be replaced. Similarly, acid dips become spent and must be disposed of. The life of some of these baths may be extended by as much as 50% by inhibitors, but these should only be used with the advice of the supplier.

Good drag-in and drag-out procedures remain the best means for extending the life of these solutions, as well as plating solutions as discussed in Section 8.

Phosphoric acid recovery is possible where this is justified by the economics of the anodising operations where it is used.

REFERENCES

1. Toronto: Central Technical School, 725 Bathurst St., Toronto, Ontario.
   Montreal: École Polytechnique, Université de Montréal, Case postale 6079, succursale "A", Montréal, Québec H3C 3A7.
2. American Electroplaters' Society, Electroplating Books 1 and 2, AES, 247 The Westaway, Weston, Ontario.
3. Joseph B. Kushner Electroplating School, 621 Norman Avenue, Box 2066, Station D, Evansville, Indiana 47714, USA.
   Milton Weiner, Programmed Instruction, P.O. Box 2985, Sante Fe Springs, California 90670, USA.
4. Metal Finishing Guidebook and Directory 1975, 43rd edition, published by Metals and Plastics Publications Inc., One University Plaza, Hackensack, N.J. 07601, USA.
5. Electroplating Engineering Handbook, 3rd edition, 1971, published by Van Nostrand Reinhold Company, 1410 Birchmont Avenue, Scarborough, Ontario.
6. Lancy, L.E., Sewage and Industrial Wastes, p. 1117, vol. 26, 1956.
7. Mattock, G., Chemistry and Industry, p. 46-53, 1970.
8. Szakal, G., Canadian Paint and Finishing, p. 38-39, May 1973.
9. Culotta, J.M., Plating, vol. 52, p. 545, 1965.
10. Goulomb, A., AES Research Project, No. 31, Atmospheric Environment Service, Environment Canada.
11. Goulomb, A., Plating, vol. 59, p. 316, 1972.
12. Goulomb, A., Plating, vol. 60, p. 482, 1973.
13. Coulter, K.R., "Pollution Control and the Plating Industry", Plating, vol. 57, 1970.

ADDITIONAL USEFUL REFERENCES

Environment Canada, Environmental Protection Service, "Review of the Canadian Metal Finishing Industry", Report EPS 3-WP-75-2, March, 1975.

U.S. Environmental Protection Agency, "Process Pollution Abatement", Vol. 1, Technology Transfer Seminar Publication, July, 1973.

SÉRIE DE RAPPORTS DU SERVICE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les rapports relatifs aux règlements, codes et méthodes d'analyse traitent de la législation courante et des démarches administratives patronnées par le Service de la protection de l'environnement.

Les autres catégories de la série de rapports du Service de la protection de l'environnement comprennent les groupes suivantes: politique et planification, analyse économique et technique, developpement technologique, surveillance, guides de formation, rapports et exposés a l'enquête publique, et impacts environnementaux.

Les demandes relatives aux rapports du Service de la protection de l'environnement doivent être adressées au Service de la protection de l'environnement, Pêches et Environnement Canada, Ottawa K1A 1C8, Ontario, Canada.

UNIVERSITY OF TORONTO
INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

EPS 1-WP-77-5
Tech. Rept. No.
Publishing Body
Title Metal Mining Liquid Effluents (Canada)

LIGNES DIRECTRICES CONCERNANT LE CONTRÔLE

DES EFFLUENTS DE TRAITEMENTS DE SURFACE

Direction générale de la pollution des eaux
Service de la protection de l'environnement
PÊCHES ET ENVIRONNEMENT CANADA

Rapport N^{O} EPS 1-WP-77-5
Novembre 1977

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1977
N° de cat. En43-1/77-5

ISBN 0-662-01366-2

AVANT-PROPOS

Les présentes lignes directrices ont pour objet de limiter les rejets de substances nocives dans les effluents de l'industrie canadienne du traitement des surfaces métalliques. Une lignes directrices n'a pas la valeur d'une loi; elle ne fait qu'indiquer les pratiques qui, selon le gouvernement fédéral, satisfont à l'esprit de la Loi sur les pêcheries.

Les présentes lignes directrices, ainsi que le code de prescriptions techniques, s'appliquent uniformément en tant qu'exigences nationales de base. Toutefois, dans des régions sensibles où elles n'assurent pas une protection suffisante des ressources halieutiques, des exigences plus sévères peuvent être imposées par le gouvernement fédéral, le gouvernement provincial ou les municipalités. Dans un tel cas, ce sont les exigences les plus sévères qui doivent être appliquées.

MATIÈRES

(1) Lignes directrices concernant le contrôle des effluents de traitements de surface

(2) Notes explicatives concernant les Lignes directrices concernant le contrôle des effluents de traitements de surface

(3) Guide pratique pour l'entretien des ateliers de traitements de surface

LIGNES DIRECTRICES CONCERNANT LE CONTRÔLE DES EFFLUENTS DE TRAITEMENTS DE SURFACE

DEPARTMENT OF FISHERIES AND THE ENVIRONMENT

The following guidelines are issued under the authority of the Minister of Fisheries and the Environment. The intent of these guidelines is to control the discharge of liquid effluents from the portion of the metal finishing industry which includes "electroplating", "electroforming", "anodizing", "electrochemical machining", "electrochemical polishing", "electroless plating", "chromating", and "cyanide hardening".

METAL FINISHING LIQUID EFFLUENT GUIDELINES

Introduction

1. These Guidelines may be referred to as the Metal Finishing Liquid Effluent Guidelines.

These Guidelines are not to be construed as regulations made under the authority of section 33 of the Fisheries Act.

Interpretation

2. (1) In these Guidelines:

"Act" means the Fisheries Act;

"Composite Sample" means the quantity of undiluted effluent consisting of equal volumes of the effluent collected during a day at time intervals not longer than one hour and during the period when the effluent is deposited;

"Cyanide Hardening" means a case hardening process using a molten cyanide salt;

"Day" means a period of twenty-four consecutive hours;

"Deposit" means deposit or permit the deposit in water frequented by fish;

"Effluent" includes, subject to subsection (2), any water or waters discharged from the plant, runoff and seepage from land used for the disposal of wastewater and sludges associated with the operation of the plant;

"Finishing of surfaces" includes operations such as electroplating, electroforming, anodizing, electrochemical machining, electrochemical polishing, chromating, electroless plating, cyanide hardening;

"Metal Finishing Plant" means, subject to subsection (3), a facility, including captive operations, intended for the pretreatment *and* the finishing, or for the finishing only, of surfaces of alloys, ferrous, non-ferrous metals and the application of metal coatings to plastic materials;

"Minister" means the Minister of Fisheries and the Environment;

"Owner" means the owner or operator of a metal finishing plant or his authorized representative;

"Pre-treatment of Surfaces" includes operations such as mechanical, chemical and electrolytic cleaning, degreasing, pickling, derusting, stripping of metal coating, phosphating and subsequent organic coating, passivating, activating;

"Undiluted" means not having water added primarily for the purposes of meeting the objectives specified in Section 5.

MINISTÈRE DES PÊCHES ET DE L'ENVIRONNEMENT

Les présentes lignes directrices sont publiées avec l'autorisation du ministre des Pêches et de l'Environnement. Elles ont pour objet de limiter les rejets d'effluents par la partie des ateliers de traitement de surface qui comprennent «galvanoplastie», «électroformage», «oxidation anodique», «façonnage électrochimique», «polissage électrochimique», «dépôt par autocatalyse», «chromage», et «la trempe en bain de cyanure».

LIGNES DIRECTRICES CONCERNANT LE CONTRÔLE DES EFFLUENTS DES ATELIERS DE TRAITEMENTS DE SURFACE

Introduction

1. Les présentes lignes directrices peuvent s'intituler: *Lignes directrices concernant le contrôle des effluents de traitements de surface.*

Elles ne sauraient s'interpréter comme un règlement aux termes de l'article 33 de la *Loi sur les pêcheries.*

Interprétation

2. (1) Dans les présentes lignes directrices:

«Atelier de traitement de surface» désigne, sous réserve du paragraphe (3), une installation, intégrée ou non, destinée à la préparation *et* à la finition, ou à celle-ci seulement, des surfaces d'alliages et de métaux ferreux et non ferreux, ainsi qu'à l'application de revêtements métalliques sur des matières plastiques;

«Échantillon composite» désigne un volume d'effluent non dilué, composé de portions égales de l'effluent recueillies à des intervalles de moins d'une heure pendant l'écoulement;

«Effluent» désigne, sous réserve du paragraphe (2), toutes les eaux que rejette un atelier, ainsi que les eaux de ruissellement et d'infiltration provenant des terrains où séjournent les eaux usées et les boues produites par l'établissement;

«Finition des surfaces» désigne certains procédés comme la galvanoplastie, l'électroformage, l'oxydation anodique, le façonnage électrochimique, le polissage électrochimique, le chromage, le dépôt par autocatalyse et la trempe en bain de cyanure;

«Journée» désigne une période de 24 heures consécutives;

«Loi» désigne la *Loi sur les pêcheries*;

«Ministre» désigne le Ministre des Pêches et de l'Environnement;

«Non dilué» signifie qu'on n'a pas ajouté d'eau dans le but surtout de satisfaire aux objectifs prescrits à l'article 5;

«Préparation des surfaces» s'applique à certains procédés comme le dégraissage mécanique, chimique et électrolytique, de décapage, l'élimination de la rouille et du revêtement métallique, la phosphatation et l'application subséquente d'une couche organique, la passivation et l'activation;

«Propriétaire» s'applique aussi à l'exploitant d'un établissement de traitement de surface métallique ou à son représentant autorisé;

«Rejeter» signifie aussi permettre le déversement dans les eaux poissonneuses;

«Trempe en bain de cyanure» désigne un procédé de cémentation à l'aide d'un cyanure en fusion.

In these Guidelines, "electroplating", "electroforming", "anodizing", "electrochemical machining", "electrochemical polishing", "electroless plating", "chromating", and other technical terms have the meaning as defined in the third edition of the *Electroplating Engineering Handbook* by A. Kenneth Graham, Van Nostrand Reinhold Company, 1971.

(2) When, prior to being deposited, any liquid effluent from a metal finishing plant has been treated in such a manner as the Minister may consider acceptable in writing, at a site outside a metal finishing plant, for the purpose of removing the substances and controlling the parameters described in Section 4, the liquid effluent will not be considered to be liquid effluent for the purpose of these Guidelines.

(3) When operations for the "finishing of surfaces" are captive of larger plants which are not intended primarily for surface finishing the Minister may, in writing, indicate that it is acceptable for these operations not to be considered as Metal Finishing Plants for the purpose of these guidelines.

Application

3. These Guidelines apply to every metal finishing plant.

Substances and Parameters to be Considered

4. For the purpose of these Guidelines, the following substances and parameters will be considered:

(*a*) Total suspended matter	(*f*) Cyanide (Total)
(*b*) Cadmium	(*g*) Lead
(*c*) Chromium (Total)	(*h*) Nickel
(*d*) Copper	(*i*) Zinc
(*e*) Cyanide (Oxidizable)	(*j*) pH

Objectives

5. (1) For the purpose of these Guidelines, each undiluted effluent that is deposited meets the objectives, insofar as the substances (*a*) to (*i*) and pH, listed in section 4, are concerned, provided that,

(*a*) in any day the Total concentration of each of these substances in a composite sample does not exceed the value as shown in Schedule I,

(*b*) the pH is not outside the range of 6.0 to 9.5 at any time during the discharge of effluent.

(2) Concentrated residues containing emulsion cleaners, chlorinated hydrocarbons and effluent treatment sludges should not be deposited with the effluent.

(3) Concentrated spent processing solutions and residues other than those described in subsection (2) should be treated to meet the effluent objectives specified in subsection (1) or should be stored and disposed of in a manner as the Minister may consider acceptable in writing.

Additional Objectives

General

6. For the purpose of these Guidelines the owner of a metal finishing plant should

(*a*) install and maintain facilities of such type as the Minister may in writing consider acceptable for sampling and

Dans les présentes lignes directrices, «galvanoplastie», «électroformage», «oxydation anodique», «façonnage électrochimique», «polissage électrochimique», «dépôt par autocatalyse», «chromage» et autres termes techniques ont le même sens que les expressions anglaises équivalentes dans la troisième édition du manuel *Electroplating Engineering Handbook* de A. Kenneth Graham, Van Nostran Reinhold Company.

(2) Lorsque, avant d'être rejeté, l'effluent d'une usine de traitement est soumis à l'épuration hors de l'établissement pour en extraire les substances toxiques et optimiser les paramètres énumérés à l'article 4, de telle façon que le Ministre peut, par écrit, le considéré comme tel aux fins des présentes lignes directrices.

(3) Lorsque des «ateliers de traitements de surface» sont intégrés à des pas d'abord conçus à cette fin, le Ministre peut, par écrit accepter que ces installations ne soient pas considérées comme ateliers de traitements de surface aux fins des présentes lignes directrices.

Application

3. Les présentes lignes directrices s'appliquent à tous les ateliers de traitements de surface.

Substances et paramètres visés

4. Les substances et les paramètres suivants sont visés par les présentes lignes directrices:

a) les matières totales en suspension	*f*) les cyanures (totaux)
b) le cadmium	*g*) le plomb
c) le chrome (total)	*h*) le nickel
d) le cuivre	*i*) le zinc
e) les cyanures (oxydables)	*j*) le pH

Objectifs

5. (1) Aux fins des présentes lignes directrices, tout effluent non diluée et rejeté satisfait aux objectifs fixés pour les substances nommées de *a*) à *i*) à l'article 4 et pour le pH, si

a) la concentration de chacune d'elle dans un échantillon composite recueilli au cours d'une même journée ne dépasse par celle indiquée à l'annexe I;

b) le pH ne s'écarte pas de l'intervalle de 6,0 à 9,5 pendant le rejet de l'effluent.

(2) Les résidus concentrés contenant des détergents, des hydrocarbures chlorés et des boues d'épuration ne doivent pas être rejetés avec l'effluent.

(3) Les eaux usées concentrés des traitements de surface et les résidus autres que ceux mentionnés au paragraphe (2) doivent être soumis à l'épuration pour satisfaire aux objectifs fixés pour les effluents aux paragraphe (1), ou être accumulés et éliminés de quelque façon que le Ministre peut, par écrit, considérer acceptable.

Objectifs supplémentaires

Généralités

6. Aux fins des présentes lignes directrices, le propriétaire d'un atelier de traitements de surface doit:

a) installer et entretenir des appareils pour échantillonner et analyser les effluents, d'un type que le Ministre peut, par

analyzing effluents for the purpose of enabling the Minister to determine whether the owner is meeting the objectives described in section 5;

(*b*) take a composite sample of each undiluted effluent on the regular basis described in section 7;

(*c*) analyse the composite sample referred to in paragraph (*b*) on the regular basis described in section 7, and in the manner described in section 8;

(*d*) install, maintain and properly operate suitable monitoring and recording equipment for pH;

(*e*) keep records of the information described in section 9;

(*f*) within 30 days after the end of each month, fill in and send to the Minister a report containing the information described in section 10 in the form described in Schedule III, or in such form as the Minister may consider acceptable.

Frequency of Sampling and Analysis

7. The sampling and analysis referred to in paragraphs 6(*b*) and (*c*) should be carried out at least once a month for the substances (*a*) to (*i*) listed in section 4; and for pH.

Sampling and Analytical Test Methods

8. (1) The samples for metal and cyanide analysis should be taken and preserved as follows:

(*a*) Samples of metal analysis should be taken in linear polypropylene bottles, and no acid should be added. The bottles should be clearly labelled "Danger-Cyanide" and should be acidified on receipt in the analytical laboratory. A 250 ml sample should be taken. This is to minimise danger to the personnel carrying out sampling.

(*b*) Samples for cyanide analysis should be adjusted to pH 13 using sodium hydroxide (pellets are convenient). A one litre sample should be taken. Thereafter the samples should be refrigerated if possible.

(2) The concentration of the substances (*a*) to (*i*) listed in section 4 should be determined using

(*a*) the test method described in Schedule II; or

(*b*) any other method considered acceptable in writing by the Minister, the result of which can be confirmed with the methods referred to in paragraph (*a*).

(3) For the purpose of these guidelines the pH of undiluted effluent should be determined using

(*a*) the test method prescribed by section 424 of the publication *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*, 14th Edition (1975), published jointly by the American Public Health Association, American Water Works Association and the Water Pollution Control Federation; or

(*b*) by any other method considered acceptable in writing by the Minister, the result of which can be confirmed with the methods referred to in paragraph (*a*).

écrit, considérer acceptable, et qui permettent à ce dernier de juger si le propriétaire respecte les objectifs prescrits à l'article 5;

b) prélever des échantillons composites de chaque effluent non dilué au moins à la fréquence indiquée à l'article 7;

c) analyser les échantillons composites dont il est question à l'alinéa *b*) au moins à la fréquence indiquée à l'article 7 et selon la méthode décrite à l'article 8;

d) installer, entretenir et utiliser convenablement les instruments appropriés de mesure et d'enregistrement du pH;

e) tenir un registre des renseignements décrits à l'article 9;

f) dans les 30 jours qui suivent la fin de chaque mois, envoyer au Ministre un rapport contenant les renseignements indiqués à l'article 10, selon le modèle de l'annexe III ou un autre que le Ministre peut, par écrit, juger acceptable.

Fréquence des échantillonnages et des analyses

7. Les échantillonnages et les analyses dont il est question aux alinéas 6*b*) et *c*) doivent se faire au moins une fois par mois pour les substances nommées de *a*) à *i*) à l'article 4 et pour le pH.

Méthodes d'échantillonnage et d'analyse

8. (1) Les échantillons devant servir à l'analyse des métaux et des cyanures doivent être prélevés et conservés comme suit:

a) Pour l'analyse des métaux, il faut mettre les échantillons dans des bouteilles de polypropylène linéaire, sans y ajouter d'acide. On doit y fixer une étiquette indiquant clairement «Danger—Cyanure» et l'on doit acidifier le contenu dès l'arrivée au laboratoire d'analyse. L'échantillonnage pour le personnel.

b) Pour l'analyse des cyanures, il faut porter le pH à 13 à l'aide d'hydroxyde de sodium (les pastilles sont pratiques). L'échantillon doit être d'un litre et il convient de la réfrigérer si possible.

(2) Les substances nommées de *a*) à *i*) à l'article 4 doivent être dosées selon

a) la méthode exposée à l'annexe II ou

b) toute autre méthode que le Ministre peut, par écrit, juger acceptable et dont les résultats peuvent être confirmés par celle dont il est question à l'alinéa *a*).

(3) Aux fins des présentes lignes directrices, le pH d'un effluent dilué doit s'obtenir selon

a) la méthode prescrite à la section 424 du manuel *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*, 14e édition (1975), publié conjointement par l'American Public Health Association, l'American Water Works Association et la Water Pollution Control Federation ou

b) toute autre méthode que le Ministre peut, par écrit, juger acceptable et dont les résultats peuvent être confirmés par la méthode dont il est question à l'alinéa *a*).

Records

9. The records referred to in paragraph 6(*e*) should contain the following information respecting the month in respect of which the records are kept:

(*a*) the concentration of the substances (*a*) to (*i*) listed in section 4 and present in the composite samples analyzed, expressed in milligrams per litre;

(*b*) the pH of all the composite samples which are analyzed for heavy metals;

(*c*) the pH measurements requested in section 6(*d*);

(*d*) the treatment and/or disposal of each concentrated residue spent processing solution and sludges in the form set out in Schedule IV.

Reporting

10. The report referred to in paragraph 6(*f*) should contain:

(*a*) the concentration of the substances (*a*) to (*i*) listed in section 4 and present in the composite samples analyzed, expressed in milligrams per litre;

(*b*) the pH of all the composite samples which are analyzed for heavy metals.

Acceptable Modification of Additional Objectives

11. Where the owner of a metal finishing plant establishes to the satisfaction of the Minister that for scientific and technical reasons an alternate scheme of sampling and analysis, recording or reporting referred to in section 7, 8, 9 and 10, other than at the frequencies specified in those sections, is sufficient to enable the Minister to determine whether the owner is meeting the objectives outlined in section 5, the Minister may, in writing, indicate that it is acceptable for the owner to

(*a*) take and analyse samples of each undiluted effluent in accordance with the scheme;

(*b*) keep records in accordance with the scheme;

(*c*) report to the Minister in accordance with the scheme.

Registres

9. Les registres dont fait mention l'alinéa 6*e*) doivent contenir les renseignements suivants pour le mois considéré:

a) la concentration, en milligrammes par litre, des substances nommées de *a*) à *i*) à l'article 4, présentes dans les échantillons composites analysés;

b) le pH de tous les échantillons composites servant à l'analyse des métaux lourds;

c) les mesures du pH auxquelles se rapporte l'article 6*d*);

d) le traitement et(ou) le rejet de tous les résidus concentrés, solutions usées et boues selon la formule établie à l'annexe IV.

Rapports

10. Le rapport dont il est question à l'alinéa 6*f*) doit indiquer:

a) la concentration, en milligrammes par litre, des substances nommées de *a*) à *i*) à l'article 4, présentes dans les échantillons composites analysés;

b) le pH de tous les échantillons composites servant à l'analyse des métaux lourds.

Modifications acceptables des objectifs supplémentaires

11. Si le propriétaire d'un établissement de finition de surfaces métalliques établit à la satisfaction du Ministre que, pour des raisons scientifiques et techniques, l'échantillonnage et l'analyse, ou la présentation des registres et des rapports peuvent se faire à des intervalles autres que ceux prévus aux articles 7, 8, 9 et 10, tout en permettant au Ministre de juger si les objectifs précisés à l'article 5 sont respectés, ce dernier peut, par écrit, indiquer au propriétaire qu'il est acceptable:

a) de prélever et d'analyser les échantillons de chaque effluent non dilué aux intervalles proposés;

b) de tenir les registres selon les périodes proposées;

c) de remettre ses rapports au Ministre au terme des mêmes périodes.

SCHEDULE I

Objectives for substances

Item	Substance	Max. total concentration in mg/l
1.	Total Suspended Matter	30
2.	Cadmium	1.5
3.	Chromium (Total)	1.0
4.	Copper	1.0
5.	Lead	1.5
6.	Zinc	2.0
7.	Nickel	2.0
8.	Cyanide (oxidizable)	0.1
9.	Cyanide (Total)	3.0

ANNEXE I

Objectifs pour les substances

Article	Substance	Concentration totale maximale en mg/l
1.	Matières totales en suspension	30
2.	Cadmium	1,5
3.	Chrome (total)	1,0
4.	Cuivre	1,0
5.	Plomb	1,5
6.	Zinc	2,0
7.	Nickel	2,0
8.	Cyanures (oxydables)	0,1
9.	Cyanures (totaux)	3,0

SCHEDULE II

Analytical references test methods for determining concentrations of substances in liquid effluents

1.	Total Suspended Matter	Non Filterable Residue, APHA 14th Edition No. 208 D
2.	Cadmium	APHA, 14th Edition, A.A. Spectrophotometry method
3.	Chromium (Total)	Same as Cadmium
4.	Copper	Same as Cadmium
5.	Lead	Same as Cadmium
6.	Zinc	Same as Cadmium
7.	Nickel	Same as Cadmium
8.	Cyanide (oxidizable)	APHA standard Method, 14th Edition No. 413, ASTM standards (1975) (D2036)
9.	Cyanide (Total)	Same as cyanide (oxidizable)

ANNEXE II

Méthodes analytiques de référence pour le dosage des substances présentes dans les effluents

1.	Matières totales en suspension	Résidus non filtrables, APHA, 14e édition nº 208 D
2.	Cadmium	APHA, 14e édition, spectrophotométrie d'absorption atomique
3.	Chrome (total)	Idem
4.	Cuivre	Idem
5.	Plomb	Idem
6.	Zinc	Idem
7.	Nickel	Idem
8.	Cyanures (oxydables)	Méthode normalisée de l'APHA, 14e édition nº 413, normes de l'ASTM (1975) (D2036)
9.	Cyanures (totaux)	Idem

SCHEDULE III

Metal finishing plant effluent report

Use one sheet for each effluent deposited.
Fill in only data reporting substances present in the composite sample.

Date of Sample Collection: _____
pH of Composite Sample used for the analysis of heavy metals: _____

	Substances	Total Concentration in mg/l
1.	Total suspended matter	
2.	Cadmium	
3.	Chromium (Total)	
4.	Copper	
5.	Cyanide (oxidizable)	
6.	Cyanide (Total)	
7.	Lead	
8.	Zinc	
9.	Nickel	

Notes:

Name of company: _____
Location of plant: _____
Month: _____
Signature and title
of the officer of the Company: _____

ANNEXE III

Rapport sur les effluents des ateliers de traitements de surface

Utiliser une nouvelle feuille pour chaque effluent rejeté.
Ne donner que la concentration des substances présentes dans l'échantillon considéré.

Date de l'échantillonnage: _____
pH de l'échantillon composite ayant servi à l'analyse des métaux lourds: _____

	Substances	Concentration totale en mg/l
1.	Matières totales en suspension	
2.	Cadmium	
3.	Chrome (total)	
4.	Cuivre	
5.	Plomb	
6.	Zinc	
7.	Nickel	
8.	Cyanures (oxydables)	
9.	Cyanures (totaux)	

Remarques:

Nom de la société: _____
Adresse de l'établissement: _____
Mois: _____
Signature et titre
du responsable de la société: _____

SCHEDULE IV

Records of treatment and/or disposal

a—Concentrated spent processing solutions

Date	Name and Main Chemical	Approximate Concentration (in mg/l)	Approximate Volume (in litres)	In Plant Treatment (check as applicable)	Off-site Shipment (check as applicable)	
					to treatment	to disposal

b—Sludges and residues

Date	Name and Main Chemical	Approximate Volume (in litres)	In Site (check as applicable)		Off-site Shipment (check as applicable)	
			to treatment	to disposal	to treatment	to disposal

Name of Company: _____

Location of Plant: _____

Signature and title of the officer of the Company: _____

ANNEXE IV

Données sur l'épuration et l'élimination

a—Solutions de finition concentrées, usées

Date	Nom et principal produit chimique	Concentration approximative (mg/l)	Volume approximatif (litres)	Traitement sur place (cocher s'il y a lieu)	Envoi à l'extérieur (cocher ce qui convient)	
					pour traitement	pour élimination

b—Boues et résidus

Date	Nom et principal produit chimique	Volume approximatif (litres)	Sur place (cocher ce qui convient)		Envoi à l'extérieur (cocher ce qui convient)	
			pour traitement	pour élimination	pour traitement	pour élimination

Nom de la société: _____

Adresse de l'établissement: _____

Signature et titre du responsable de la société: _____

NOTES EXPLICATIVES CONCERNANT LES LIGNES DIRECTRICES CONCERNANT LE CONTRÔLE DES EFFLUENTS DES ATELIERS DE TRAITEMENTS DE SURFACE

NOTES EXPLICATIVES SUR LES CONCERNANT LE CONTRÔLE DES EFFLUENTS DES ATELIERS DE TRAITEMENTS DE SURFACE

Les notes explicatives qui suivent précisent l'objet, le sens et le fondement des lignes directrices, le langage juridique étant de nature à obnubiler certaines notions scientifiques et techniques.

OBJET

Les limites définies dans les lignes directrices ont pour objet de protéger le poisson et les autres formes de vie aquatique contre le rejet de substances nocives dans les effluents des ateliers de traitements de surface. Elles s'appliqueront de façon uniforme dans tout le Canada; en tant qu'exigences nationales minimales, elles devraient contribuer à réduire de façon très significative la contamination des eaux. L'effluent final peut, dans certains cas, être encore extrêmement toxique pour le poisson. Dans cette conjoncture ou dans celle d'un établissement situé dans un milieu très vulnérable, on peut fixer des limites locales plus rigoureuses. Par ailleurs, les gouvernements provinciaux et les municipalités peuvent imposer des normes plus strictes que celles du gouvernement fédéral et ce sont alors celles-là qui prévalent.

BUT

Les présentes lignes directrices ont pour but d'assurer que tous les ateliers de traitements de surface exploités au Canada traitent leurs effluents selon les meilleures techniques practicables. Dans la plupart des cas, il s'agit de séparer et de détruire les cyanures oxydables, de séparer et de réduire le chrome hexavalent et de précipiter les métaux, pour ensuite décanter les solutions dans le but de séparer les boues et en disposer. La publication EPS 3-WP-76-10 du Service de la protection de l'environnement, intitulée Wastewater and Sludge Control in the Canadian Metal Finishing Industry, décrit ces techniques.

ÉLABORATION

La lutte contre la pollution revêt deux formes fondamentales: a) la dépollution à la source et b) la définition de niveaux tolérables

de dégradation du milieu, qui s'expriment, par exemple, par les normes de qualité des eaux réceptrices. Le Service de la protection de l'environnement a choisi la première à l'échelle nationale pour réduire rapidement la pollution brute. Le niveau acceptable de pollution à la source dépend des "meilleures méthodes practicables" du point de vue technique et économique. Ces méthodes et les exigences de qualité des effluents qui en découlent sont issues des recommandations d'un groupe de travail formé de représentants de l'industrie et d'organismes fédéraux et provinciaux de réglementation. Le groupe a examiné les caractéristiques actuelles de l'industrie, déterminé les meilleures méthodes praticables et proposé des objectifs de qualité réalisables ainsi que des méthodes de dosage convenant à certains contaminants. Ses recommandations ont servi à élaborer les lignes directrices.

DOCUMENTATION

Ce qui est exigé de l'industrie des traitements de surface s'exprime dans des lignes directrices, un manuel de prescriptions techniques et des notes explicatives. Le gouvernement fédéral propose comme objectifs les normes minimales qu'il juge acceptables à l'échelle nationale en ce qui a trait à la qualité des effluents.

Une ligne directrice n'a pas valeur de loi. C'est plutôt un exposé des pratiques que le Service de la protection de l'environnement estime conformes à l'esprit de la loi. Celui qui ne la respecte pas n'est pas nécessairement fautif, mais il s'expose à violer la loi. Qu'on songe, par exemple, à l'interdiction de substances nocives contenue dans la Loi sur les pêcheries.

Le manuel de prescriptions techniques traduit les usages que le Service de la protection de l'environnement considère valables pour élaborer et exploiter une installation destinée à réduire au minimum la pollution de l'eau. C'est un guide à l'usage des responsables de la dépollution, qui insiste sur les pratiques qui conviennent à toutes les étapes de l'aménagement d'une usine des traitements de surfaces.

TRAITEMENT DE L'EAU HORS DES ATELIERS

Les lignes directrices exemptent de surveillance les établissements dont les effluents sont traités soit dans une usine municipale, soit dans une installation centrale, pourvue que le Ministre approuve ce mode

de traitement. La condition posée est que l'épuration extérieure équivale au moins à celle que prescrivent les lignes directrices. Si l'installation d'épuration ne reçoit pas l'approbation du Ministre, les effluents de l'atelier sont soumis aux lignes directrices.

PARAMÈTRES CONTRÔLÉS

Des limites sont fixées pour le cadmium, le chrome (total), le plomb, le cuivre, le zinc, le nickel, les cyanures (oxydables et totaux), les matières (totales) en suspension et le pH. Il s'agit de paramètres dont le niveau habituel dans les effluents des traitements de surface affecte les poissons; par ailleurs, des techniques praticables et éprouvées permettent d'en abaisser considérablement la teneur. Ces mêmes techniques devraient également réduire les concentrations d'autres métaux nocifs présents dans les effluents.

Les limites visent la concentration totale de chacun des métaux, c'est-à-dire leurs formes dissoutes et solides.

TOXICITÉ AIGUË

La politique du ministère est de contrôler, par l'ensemble de la réglementation, la toxicité aiguë, pour le poisson, de l'effluent final avant de le déverser dans un cours d'eau. Les présentes lignes directrices ne contiennent pas, à l'heure actuelle, d'exigence de ce genre. Il est presque impossible de choisir un ou plusieurs ateliers existants qui représentent l'ensemble de l'industrie du traitement des surfaces métalliques. Le groupe de travail a donc recommandé d'étudier la toxicité, pour le poisson, de l'effluent final de certaines installations employant les meillures techniques practicables d'épuration. Après cette étude, le contrôle de la toxicité aiguë pourra s'inscrire dans les lignes directrices.

MINISTRE ET ORGANISMES ADMINISTRATIFS

L'exercice des fonctions du Ministre, en ce qui a trait aux lignes directrices, incombe normalement au Service de la protection de l'environnement de Pêches et Environnement Canada. Toutefois certaines peuvent ressortir, dans des territoires ou des provinces données, à un autre organisme de réglementation fédéral ou provincial. Cependant, à moins d'être averti qu'un autre organisme s'occupe d'appliquer une

partie quelconque des lignes directrices, le propriétaire d'un atelier de traitements de surface doit envoyer tout rapport requis par le Ministre ou toute demande de renseignements au Service de la protection de l'environnement du ministère des Pêches et de l'Environnement, à l'une des adresses ci-dessous:

Région du Pacifique: Colombie-Britannique et Yukon

Directeur général régional
S.P.E. (Pacifique)
Kapilano 100
Park Royal
West Vancouver (C.-B.)
V7T 1A2

Région du Nord-Ouest: Alberta, Saskatchewan, Manitoba, Territoires du Nord-Ouest

Directeur général régional
S.P.E. (Nord-Ouest)
10e étage, pièce 901
Imperial Oil Building
10025, av. Jasper
Edmonton (Alberta)
T5J 2X9

Région de l'Ontario: Ontario

Directeur général régional
S.P.E. (Ontario)
2e étage, 135, av. St. Clair
Toronto (Ontario)
M4V 1P5

Région du Québec: Québec

Directeur général régional
S.P.E. (Québec)
2020, rue Université
5e étage
Montréal (Québec)
H3A 3K9

Région de l'Atlantique: Nouveau-Brunswick, Île-du-Prince-Édouard, Nouvelle-Écosse et Terre-Neuve

Directeur général régional
S.P.E. (Atlantique)
16e étage
Bank of Montreal Tower
5151, rue George
C.P. 2406
Halifax (N.-E.)
B3J 3E4

APPLICATION

Les lignes directrices ne s'appliquent pas aux établissements intégrés à d'autres industries (aciéries, fonderies, usines de véhicules automobiles et d'avions) et dont les effluents ne sont ni séparés ni rejetés isolément.

Elles ne s'appliquent pas non plus aux établissements intégrés à d'autres secteurs industriels qui tombent déjà sous des règlements et lignes directrices en vertu de la Loi sur les pêcheries, lesquels touchent aux traitements de surface.

Enfin, elles ni s'appliquent pas non plus aux établissements traitant la surface des métaux précieux.

pH

Un effluent dont le pH se situe hors de l'intervalle de 6,0 a 9,5, pour équivaloir à celui de l'eau potable, n'est pas tenu de satisfaire aux normes concernant le pH.

ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE

Il faut prélever les échantillons d'un effluent avant qu'il se déverse dans les eaux réceptrices ou avant qu'il ne quitte la propriété de la société.

Il faut, de plus, utiliser un équipement adéquat de contrôle et d'enregistrement du pH. Celui de tous les effluents rejetés en continu doit se mesurer en continu.

Lorsque l'effluent est traité en discontinu, il faut mesurer le pH de chaque lot.

ENREGISTREMENT ET RAPPORTS

Tous les ateliers doivent d'abord déterminer les substance présentes dans leur effluent. Seuls les paramètres s'appliquent à leur exploitation doivent faire l'objet d'enregistrements et de rapports.

Les données exigées dans les rapports conformément à l'article 10 des lignes directrices peuvent être soumises selon le mode de présentation actuellement en usage.

Aux renseignements faisant l'objet de l'article 10, l'exploitant d'un atelier traitant les surfaces métalliques peut ajouter tous ceux qu'il juge utiles.

GUIDE PRATIQUE POUR L'ENTRETIEN

DES ATELIERS DE TRAITEMENTS DE SURFACE

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1.	INTRODUCTION	1
2.	LE RÔLE DU PERSONNEL DE MAÎTRISE	2
3.	LA CONSTRUCTION ET LA PROTECTION DES PLANCHERS	4
4.	LA PROTECTION DE L'ÉQUIPEMENT	11
5.	LE CHOIX DES PRODUITS CHIMIQUES	13
6.	L'UTILISATION DE L'EAU	16
7.	LA PRÉVENTION DES ACCIDENTS	21
8.	L'ASSÈCHEMENT DES PIÈCES	27
9.	LA RÉCUPÉRATION DES SOLUTIONS	29
10.	LA RÉGÉNÉRATION DES BAINS	32
RÉFÉRENCES		34
AUTRES SOURCES UTILES		35

1. INTRODUCTION

Le présent manuel d'usages recommandés indique les méthodes et pratiques convenant aux exigences des Lignes directrices sur les effluents des ateliers de traitements de surface. Il ne saurait remplacer d'autres prescriptions du genre, ni règlement, ni loi des gouvernements fédéral ou provinciaux; il sert plutôt à les compléter utilement. Il a pour objet de préciser le rôle des practiciens vis à vis de l'environnement et il met en lumière les méthodes antipollution qui conviendraient à toutes les étapes de traitements de surface. Dans tous les établissements, il faut faire l'impossible pour prévoir les effets néfastes de l'exploitation sur l'environnement et prendre les mesures préventives appropriées.

Le guide s'inspire des techniques les plus au point, mais ne veut aucunement entraver le perfectionnement des méthodes de lutte contre la pollution.

Il est rédigé de façon claire, sous une forme séquentielle. Les diverses méthodes exposées sont souvent interdépendantes; il faut donc les considérer dans leurs interrelations.

2. LE RÔLE DU PERSONNEL DE MAÎTRISE

L'application de procédés d'entretien efficaces dépend, au premier chef, de la vigilance apportée par le personnel de maîtrise dans son travail de supervision. Ce n'est que dans la mesure où chaque contremaître réussit à transmettre à ses employés la préoccupation de la direction de maintenir un entretien impeccable que l'on peut escompter la réussite de la mise en oeuvre des procédés.

Pris par les impératifs de la production et la nécessité de répondre aux exigences quotidiennes de la clientèle, la direction et le personnel de maîtrise peuvent difficilement porter une attention constante aux multiples détails de l'entretien.

L'entreprise ne dispose pas toujours des moyens financiers ni du personnel nécessaires pour réaliser tout ce qu'elle sait qu'elle devrait faire - et qu'elle aimerait faire. Malgré tout, certains industriels réussissent à atteindre leurs objectifs et à obtenir des résultats nettement supérieurs à ceux qu'obtiennent des industriels qui disposent pourtant de moyens équivalents. La clef du succès réside dans l'attitude adoptée par la direction vis-à-vis des problèmes que pose l'entretien et dans la façon dont elle communique aux cadres inférieurs et par eux aux employés son souci d'assurer un entretien impeccable.

La direction peut déceler quelles sont les pertes causées par un mauvais entretien en déterminant la part des frais d'exploitation entraînés par l'achat de substances chimiques. Le personnel de maîtrise, par une surveillance adéquate, peut voir à l'application de procédés d'entretien qui permettent de maintenir le coût en capital et les frais d'exploitation à un niveau raisonnable. À défaut d'avoir reconnu dans le passé l'importance d'une supervision compétente dans ce domaine, beaucoup d'entreprises ont perdu beaucoup d'argent. À l'avenir, semblable lacune pourra devenir désastreuse pour les finances de l'entreprise.

La formation du personnel de maîtrise est facilitée par l'existence de cours qui se donnent à certains endroits (au Canada) [1], de cours par correspondance [2] et d'ouvrages spécialisés [3].

La plupart des recommandations qui figurent dans les chapitres suivants peuvent être appliquées par tous les exploitants de l'industrie

de traitements de surface, sans entraîner d'immobilisations majeures, surtout lorsqu'elles sont adoptées au fur et à mesure que les occasions se présentent. Si les responsables de la supervision, aux différents paliers de la structure hiérarchique, sont conscients de l'enjeu et disposés à agir, ils pourront empêcher une grande partie des matières toxiques de s'échapper dans l'environnement.

3. LA CONSTRUCTION ET LA PROTECTION DES PLANCHERS

Pour réaliser un entretien efficace, la direction et le personnel de maîtrise doivent d'abord porter leur attention sur les planchers. Si les planchers ne sont pas bien conçus et bien protégés, bon nombre des recommandations qui suivent seront difficiles à appliquer, pour ne pas dire inapplicables.

Les ressources financières ont presque toujours été restreintes dans l'industrie detraitements de surface et par conséquent les fonds ont toujours été engagés en priorité dans l'équipement. On a accordé peu d'attention à l'emplacement des usines et encore moins aux planchers de fondation.

Au moment où l'on s'est rendu compte de l'erreur que constituait cette négligence, l'équipement et les cuves se trouvaient déjà en place dans les usines. Aujourd'hui, le redressement de la situation suppose des dépenses élevées et d'importants réaménagements. Dans de nombreuses usines, les planchers sont détériorés par les produits chimiques, de sorte que les parties adjacentes et les fondations ne sont plus protégées contre l'action corrosive des produits chimiques violents. D'autres produits peuvent aussi filtrer sous les dalles par le même réseau de déperdition, jusque dans les fossés ou les égouts pluviaux.

Les traitements de surface exigent une grande concentration en un endroit relativement petit de produits corrosifs de toutes sortes, parmi lesquels plusieurs peuvent provoquer une pollution.

À l'occasion d'une nouvelle construction, d'un achat d'équipement ou d'un déménagement, on devrait en profiter pour installer les nouveaux planchers en portant attention aux points suivants:

1) *le type de produits chimiques qui seront employés* (consulter l'installateur de plancher et les manuels d'utilisation afin de déterminer quels matériaux peuvent résister à l'action de ces produits et quels matériaux ne le peuvent);

2) *le type de circulation qui se fera;*

3) *le choc thermique prévu;*

4) *le choc mécanique prévu;*

5) *la capacité de retenue, advenant un déversement accidentel;*

6) *le degré de résistance du béton à la corrosion chimique;*

7) *la nécessité de trouver le moyen le plus économique pour atteindre tous ces objectifs.*

3.1 Un plan schématique

Afin d'assurer l'évacuation dans la goulotte appropriée des produits chimiques tombés sur le plancher, on devrait installer des conduits d'écoulement sous chaque cuve ou pièce d'équipement qui contiennent des produits coûteux ou polluants.

Ces canalisations sont plus efficaces lorsqu'elles sont installées en même temps que le plancher car on élimine les joints. Un collecteur peut recueillir les fuites provenant d'une groupe de cuves utilisées pour les mêmes fins. De telles canalisations peuvent aussi être ajoutées à un plancher déjà fini: il faut alors sceller les joints soigneusement.

S'il y a construction d'une usine, on devrait prévoir des cuves souterraines de rétention ou de traitement; celles-ci sont plus économiques et permettent de sauver de l'espace.

3.2 Le plancher de fondation

Le plancher de fondation doit supporter le poids des cuves et de l'équipement, sans bouger ni se fissurer. Une fissure permettrait aux produits chimiques de traverser le revêtement du plancher.

Les vieux planchers doivent être nettoyés à fond au détergent, les fissures et les inégalités minutieusement réparées, afin d'obtenir une surface bien unie.

Les nouveaux planchers devraient être faits de béton armé homogène et très résistant (3000 lb/pi^2). Il faut prévoir dix jours pour le séchage du béton avant la pose d'un revêtement anticorrosion.

Les joints de dilatation qu'on emploie couramment offrent une résistance suffisante, mais il faut isoler les fondations des pompes, les pièces d'équipement susceptibles de provoquer des vibrations et les colonnes de charpente.

Le béton doit être recouvert selon les instructions du fournisseur du matériau anticorrosion ou de l'installateur.

3.3 Le recouvrement du plancher de béton

Le plancher de béton devrait être recouvert d'un matériau anticorrosion, soit de la brique ou des carreaux, soit une résine monolithique.

3.3.1 La brique ou le carreau anticorrosion

La brique ou le carreau anticorrosion, au nombre des plus anciens revêtements de planchers, demeurent parmi les plus sûrs. Bien que coûteux, ces revêtements sont sans contredit les plus efficaces pour protéger contre des produits chimiques violents, tel l'acide chlorhydrique, et contre tout mauvais traitement.

Comme la brique elle-même n'est pas imperméable, elle doit reposer sur une couche d'asphalte, habituellement d'une épaisseur de 6 mm (environ 1/4 de po) à 10 mm (environ 3/8 de po), renforcé d'un tissu de verre imprégné de bitume. Cet asphalte doit être de texture uniforme, de façon à empêcher toute pénétration.

Le béton est couvert au pinceau d'une couche d'apprêt d'asphalte à l'épreuve des acides, puis d'une couche d'asphalte chaud de finition, à laquelle on incorpore un tissu de verre aux endroits où s'exercent de fortes contraintes (notamment près des puisards, des fossés et des bassins).

La brique doit pouvoir résister à la corrosion et remplir sa fonction première d'amortisseur de chocs. On peut se servir de brique réfractaire à base de silice ou de schiste argileux rouge. On doit aussi employer des mortiers résistant à la corrosion, choisis parmi ceux que proposent les manuels [4].

Il est essentiel d'installer des joints de dilatation et de contraction qui correspondent à ceux du plancher de fondation, en particulier à l'endroit des ancrages.

3.3.2 Les revêtements de résine monolithique

Ces revêtements sont faits de plastique thermodurcissable de type époxydique, polyurétane ou polyester, contenant des charges de silice ou de carbone. Ils peuvent être appliqués à la truelle ou par pulvérisation.

Comme leurs frais d'installation sont de 30 à 50% moins élevés que dans le cas de la brique, leur usage est beaucoup plus répandu. De la même façon qu'on utilise une couche de fond imperméable pour les

revêtements de brique, on peut d'abord étendre un tissu de verre pour augmenter la résistance.

Afin d'obtenir une épaisseur minimale de 3 mm (environ 1/8 de po) aux endroits les moins couverts, on doit prévoir une couche d'une épaisseur moyenne de 6 mm (environ 1/4 de po).

Les joints de construction doivent faire saillie sur la surface résineuse et pouvoir bien résister à l'action des produits chimiques.

Les avantages de ces revêtements sont les suivants:

a) bonne résistance à l'usure;
b) installation rapide;
c) coût raisonnable;
d) réparation facile;
e) installation possible malgré l'humidité.

Il existe différentes formules, qui présentent tout un éventail de propriétés.

Les époxides qui offrent une grande résistance à l'action des produits chimiques n'ont d'ordinaire qu'une faible résistance à la chaleur (80°C; environ 160°F). Inversement, les époxides qui ont une grande résistance à la chaleur n'ont qu'une résistance moyenne aux produits chimiques.

Les plastiques de type polyester offrent une grande résistance à la fois à la chaleur et aux produits chimiques, de sorte qu'ils sont les plus utilisés de nos jours. Leurs propriétés sont décrites dans plusieurs manuels [5].

Les revêtements de résine monolithiques finissent par perdre leur imperméabilité sous l'action continue des produits chimiques corrosifs qui agissent en profondeur. Dans les fossés et les puisards, il est de beaucoup préférable d'employer des briques ou des carreaux. La meilleure combinaison serait sans doute d'avoir un revêtement de polyester renforcé de verre pour l'ensemble et d'avoir des carreaux ou des briques dans les puisards et les fossés.

Les résines peuvent être appliquées sur des parois verticales et constituent par conséquent un revêtement adéquat pour les cuves souterraines de retenue ou de traitement.

Des colles inorganiques solubles dans l'eau sont maintenant sur le marché et peuvent servir de revêtement de type monolithique ou de type gunite pour les réservoirs d'acier ou de béton. On possède encore trop peu de données sur leur rendement pour pouvoir évaluer leurs avantages au point de vue du coût, de la durabilité ou de l'entretien.

Autour des réservoirs, le plancher devrait être protégé par l'application d'agents d'étanchéité comme ceux que recommandent les manuels [4] pour prévenir la formation de poussière et permettre un nettoyage qui soit facile et qui élimine la moindre trace de produit chimique renversé.

Nous présentons à la figure 1 des exemples de construction et de recouvrement des planchers.

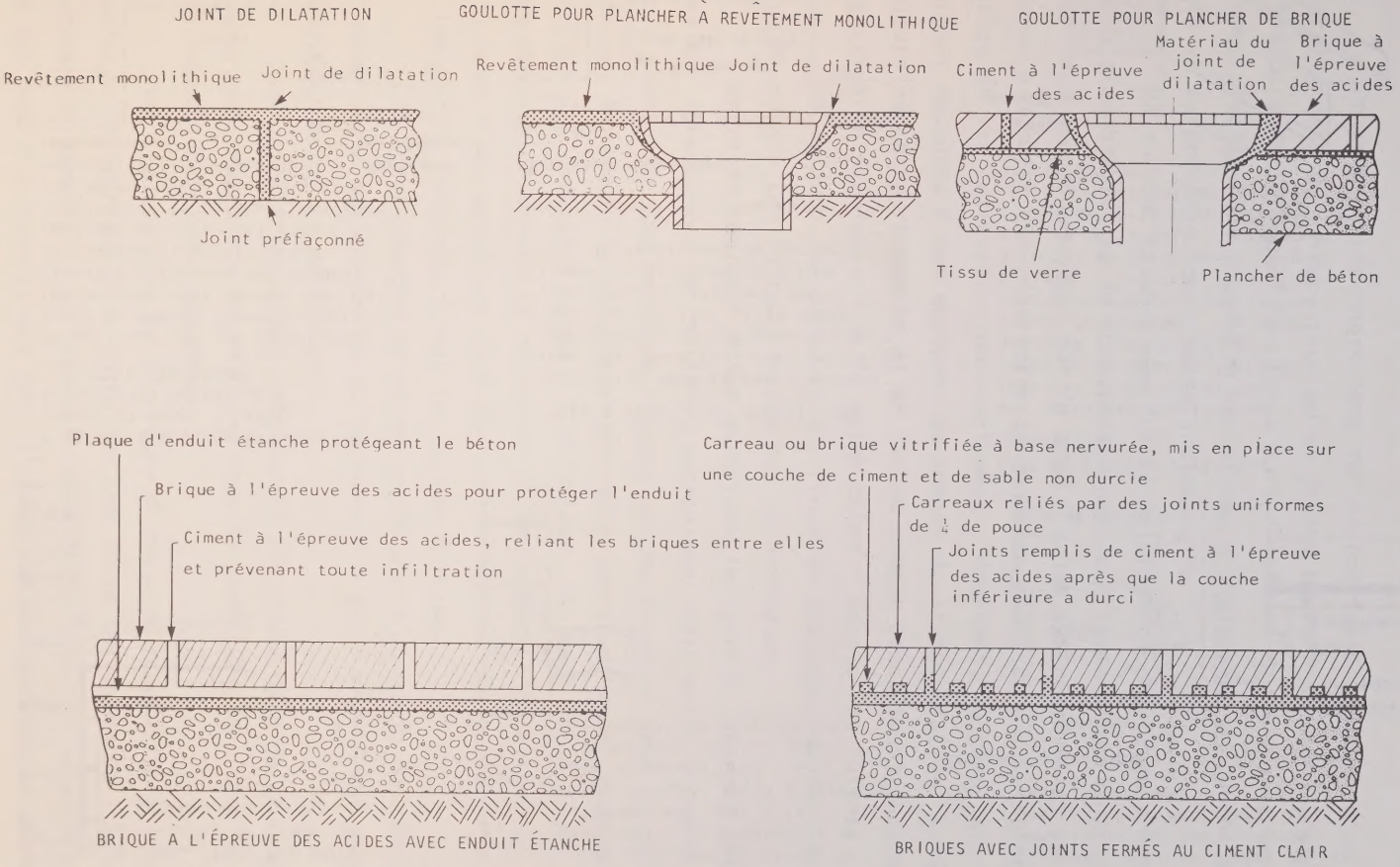
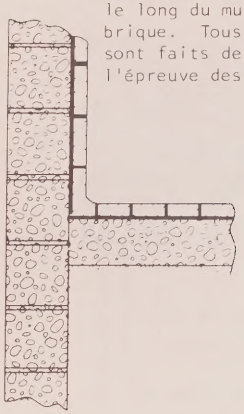


FIGURE 1 EXEMPLES TYPES DE CONSTRUCTION ET DE REVÊTEMENT DES PLANCHERS

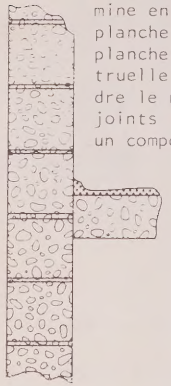
RACCORD D'UN MUR EN BRIQUE

La résine protectrice monte le long du mur derrière la brique. Tous les joints sont faits de ciment à l'épreuve des acides.



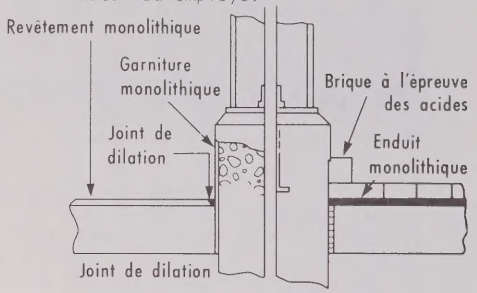
RACCORD D'UN MUR À REVÊTEMENT MONOLITHIQUE

La garniture murale se termine en biseau au niveau du plancher. Le revêtement du plancher est posé à la truelle et de façon à atteindre le mur latéral. Les joints sont scellés avec un composé de polysulfure.



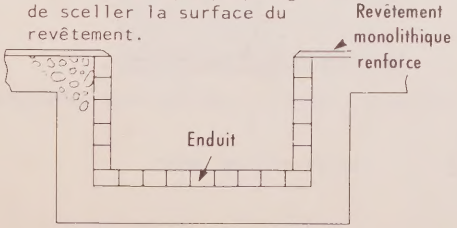
COLONNE AVEC BASES RECOUVERTES DE BRIQUE OU DE GARNITURES MONOLITHIQUE

Ces bases sont protégées de la même façon que les raccords des murs latéraux, selon le matériau employé.



PLANCHER À REVÊTEMENT MONOLITHIQUE ET FOSSÉ À PAROIS RECOUVERTES DE BRIQUE À L'ÉPREUVE DES ACIDES

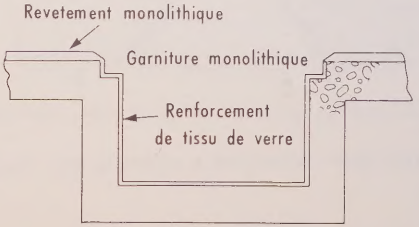
On applique sur les parois du fossé un enduit flexible, puis les briques sont posées avec du ciment à l'épreuve des acides. Un revêtement monolithique renforcé de verre est posé à la truelle sur le parement horizontal de la brique parpaing afin de sceller la surface du revêtement.



FOSSÉ À REVÊTEMENT MONOLITIQUE

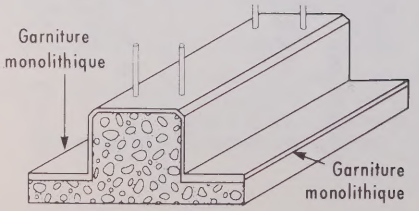
On utilise dans ce cas une garniture résineuse renforcée de verre, spécialement conçue pour des surfaces verticales. Elle monte jusque sur le plancher pour former un joint monolithique avec le revêtement de surface.

Renforcement de tissu de verre



BASE DE POMPE À REVÊTEMENT MONOLITHIQUE

Une garniture monolithique recouvre le dessus et les côtés de la base et finit en biseau à l'endroit où elle touche le plancher. Le revêtement du plancher est étendu à l'aide d'une truelle de façon à former un joint monolithique au pied de la base. Un renforcement de verre peut être nécessaire dans certaines conditions d'utilisation.



4. LA PROTECTION DE L'ÉQUIPEMENT

On peut en apprendre long sur le bon fonctionnement d'un atelier de traitements de surface rien qu'en jetant un coup d'oeil à l'état de l'équipement. Toutefois, mis à part l'intérêt d'une apparence soignée, la nécessité demeure d'assurer aux pièces d'équipement une durée raisonnable et de prévenir toute fuite accidentelle.

On ne peut trouver aux fuites de produits chimiques d'explication plus vraisemblable que la combinaison des deux facteurs suivants: l'entreprise veut trop économiser sur le prix d'achat des réservoirs, ce qui l'amène à acheter des réservoirs de mauvaise qualité; par la suite, elle néglige de les entretenir convenablement. Pourtant, le temps et l'argent dépensés à bon escient, au moment de l'installation, finissent toujours par être récupérés et en fin de compte constituent encore la protection la meilleure - et la moins chère - contre les fuites.

Toute cuve qui contient des produits chimiques devrait être protégée contre les fuites causées par la corrosion.

On revêt toujours d'une garniture les parois internes des cuves qui contiennent des matières corrosives, mais moins souvent les parois externes. *Les cuves de rinçage qui se trouvent près de cuves contenant des produits chimiques corrosifs devraient aussi recevoir une garniture à l'extérieur comme à l'intérieur.* On peut obtenir une excellente protection contre la corrosion en recouvrant l'extérieur et le fond de la cuve d'une garniture deux fois moins épaisse que celle qu'on applique sur les parois externes et sur les tuyaux à bride.

Les monte-charges et autres machines, l'acier de charpente, les connections de service et la tuyauterie d'acier requièrent aussi une protection contre la corrosion.

On devrait inspecter fréquemment les cuves afin de déceler les fissures qui pourraient se produire dans la garniture, quel que soit le recouvrement des parois externes.

Une fissure dans la garniture d'une cuve recouverte à l'intérieur et à l'extérieur peut entraîner une forte corrosion de l'acier et crever la garniture, qui parfois seule retient encore la solution. Bien des ouvriers spécialisés dans l'entretien des garnitures soumettent

régulièrement à des essais à l'étincelle les cuves les plus exposées. C'est une pratique sage, que les cuves soient pourvues ou non d'un revêtement externe. En général, les appareils nécessaires à ces essais peuvent être loués ou empruntés.

Lorsqu'il est trop cher ou lorsqu'il est peu pratique d'employer une garniture, on peut se servir d'un matériau du genre des résines monolithiques utilisées pour les planchers, qui sont applicables au pinceau ou par vaporisation. On peut mettre une couche de 15 à 30 millième de pouce; le coût d'une telle application se compare à celui de la plupart des peintures de type époxy ou vinyle. Un enduit aux résines résiste mieux que la peinture à la chaleur, aux chocs, à l'action corrosive des produits chimiques en-dessous des cuves et son coefficient d'expansion est plus faible.

On n'a trouvé aucune peinture assurant une protection suffisante, sauf de façon provisoire. À court terme, les peintures sont certes utiles. Avec une nouvelle couche chaque année, on peut obtenir une certaine protection. Mais il est parfois difficile de procéder à une nouvelle application, par exemple dans le fond des cuves.

Dans bien des cas, les cuves fabriquées à partir d'autres matériaux de base que l'acier sont automatiquement protégées contre la corrosion à l'extérieur. L'emploi de ces matériaux est habituellement fondé sur de multiples considérations parmi lesquelles la protection anticorrosion ne constitue qu'un aspect marginal mais néanmoins fort appréciable. Parmi ces matériaux, mentionnons: les plastiques, par ex. le polypropylène ou le polyéthylène; le plastique renforcé de fibre de verre et l'acier inoxydable.

5. LE CHOIX DES PRODUITS CHIMIQUES

Bien que le choix d'un produit chimique plutôt que d'un autre n'entre pas tout à fait dans notre sujet, cela touche quand même la mise au point des opérations de traitements de surface.

La pression exercée pour qu'on réduise le taux de polluants des effluents force les fournisseurs de produits chimiques à chercher de nouveaux produits afin de réduire ou d'éliminer la pollution.

Les agents de nettoiement qui contiennent des composés non biodégradables devraient être complètement éliminés.

L'emploi des phosphates devrait, si possible, être évité ou tout au moins réduit aux plus faibles concentrations possibles.

On devrait essayer de remplacer les produits chimiques dangereux pour l'environnement par d'autres produits, moins toxiques ou plus faciles à éliminer dans les effluents.

Chaque fois que cela est possible, on devrait réduire au minimum les concentrations des bains.

Nous suggérons différentes façons d'appliquer ces recommandations.

5.1 Le cyanure

Jusqu'à présent, c'est dans la réduction ou l'élimination du cyanure dans la fabrication des plaques de zinc que l'on a obtenu le plus de succès. Comme les anciens bains très concentrés facilitaient gradement le nettoyage, il en coûtait d'abandonner cette façon de procéder. La solution la plus couramment acceptée a consisté à employer des produits de faible concentration qui parviennent à réduire de 90% le cyanure. Dans la plupart des cas, cela n'a toutefois pas éliminé la nécessité de traiter les eaux usées.

On utilise parfois des bains de sulfate acide lorsque l'apparence de la surface métallique n'est pas importante, mais cette pratique est peu répandue.

Des bains de chlorure de zinc brillant dont le rendement est excellent se trouvent sur le marché, mais les dispositifs anticorrosion qu'ils nécessitent peuvent difficilement s'adapter à l'équipement en place. Ces bains ne sont guère plus en demande dans les nouvelles usines. Peut-être seront-ils mieux acceptés lorsqu'on les aura modifiés.

Les bains de zinc chélaté récemment mis au point rendent difficile l'élimination du métal dans l'effluent.

Les bains de zinc non chélaté fortement alcalins sont de plus en plus populaires, mais comme ils ne contiennent pas de cyanure, ils exigent souvent que l'entreprise améliore ses procédés de nettoyage. L'élimination du zinc de l'effluent ne demande dans ce cas qu'une réduction du pH qui précipite le métal sous forme d'hydroxyde.

Il arrive qu'on emploie du pyrophosphate de cuivre plutôt que du cyanure de cuivre, mais il faut alors un contrôle plus serré du pH pour précipiter le cuivre dans l'effluent; de plus, lorsque le cuivre se trouve parmi d'autres métaux, il est possible qu'on ne réussisse pas à obtenir les taux de concentration voulus.

On trouve aussi sur le marché un bain de cadmium sans cyanure, mais il n'a pas reçu un accueil très favorable.

La mise au point de nouvelles garnitures très résistantes à la corrosion a éliminé, à toutes fins utiles, la nécessité d'utiliser le cadmium, un élément beaucoup plus toxique que le zinc. On devrait, chaque fois que cela s'avère possible, remplacer le cadmium par le zinc. Il semble que l'utilisation du premier ne soit nécessaire que dans l'industrie des armements.

Avec les nettoyants dont nous disposons aujourd'hui, il n'est nécessaire d'employer du cyanure dans aucun des procédés. On pourrait l'éliminer des usines de placage, où il ne sert qu'à l'occasion, quitte à faire faire le travail nécessaire par un sous-traitant.

Il existe aussi des produits de remplacement des cyanures qui contiennent des composés de strippage. On peut consulter les fournisseurs à ce sujet.

5.2 Le chrome trivalent

Il existe un chrome trivalent qui peut remplacer le chrome hexavalent. Le premier a des avantages. Il se rince plus facilement et permet l'emploi de dispositifs de traitement plus simples pour les eaux usées. Le métal plaqué au chrome trivalent a une couleur légèrement différente de l'autre; mais lorsqu'on sera habitué à cette différence, l'emploi du chrome trivalent se répandra.

5.3 Les nettoyants

La plupart des fournisseurs de nettoyants ont de leur propre gré éliminé les composés non biodégradables de leurs produits; et nombre d'entre eux ont éliminé ou réduit les phosphates, malgré l'absence de règlement à ce sujet au moment où nous publions le présent guide.

Il incombe à l'exploitant d'une usine de traitement des surfaces métalliques de découvrir les composants des produits qu'il achète. Il doit se renseigner auprès de ses fournisseurs sur les spécialités qui sont vendues sous un nom commercial ou un numéro.

Les nettoyants sans phosphate devraient être employés chaque fois que c'est possible.

5.4 La concentration des solutions

Mentionnons un autre moyen qui tend à réduire les frais d'entretien et la quantité de polluants dans l'effluent: il s'agit d'utiliser, lorsque cela est possible, des concentrations moins élevées.

On a déjà parlé des bains de cyanures à faible concentration.

L'emploi des bains de nickel dans la partie inférieure de la plage des concentrations efficaces permet des économies substantielles. Bien sûr, on doit procéder à des additions plus fréquentes, mais les économies en valent la peine.

Les bains de chrome qui se faisaient à une concentration de 400 g/l (53 oz/gal) furent ramenés à une concentration de 225 g/l (30 oz/gal) et on arrive aujourd'hui à obtenir un rendement satisfaisant avec 150 g/l (20 oz/gal), sauf pour les pièces complexes ou difficiles.

6. L'UTILISATION DE L'EAU

L'eau ayant toujours été une ressource abondante et peu coûteuse presque partout au Canada, l'industrie de traitements de surface s'en est traditionnellement servi pour le rinçage sans se préoccuper de la quantité dont elle avait un réel besoin. Ce comportement est contesté aujourd'hui, à cause de la hausse rapide du coût de l'eau dans les régions urbaines, où se situe l'industrie. La surcharge des usines d'épuration et les efforts déployés pour restreindre leur taille constituent des raisons de plus pour réduire le volume des eaux usées.

L'eau ayant été jusqu'ici utilisée sans aucune sorte de contrôle, il est généralement facile d'en réduire la consommation d'au moins 50% et dans certains cas de 90%.

Le rinçage doit se faire avec le minimum d'eau requis pour obtenir un résultat satisfaisant [5]. *Les facteurs suivants sont déterminants:*

a) la disposition des cuves;
b) la durée du contact de la pièce avec l'eau;
c) le volume d'eau non polluée qui peut être mis en contact avec la pièce au cours d'une période déterminée;
d) la température de la pièce et de l'eau;
e) la forme de la pièce;
f) la position de la pièce sur le support;
g) la période d'asséchement nécessaire avant le rinçage.

Plusieurs étapes sont nécessaires pour en arriver à une utilisation maximale de l'eau.

La première étape, tant dans les nouvelles usines que dans les anciennes, est un test qui permet de déterminer le nombre de rinçages requis. Ce sujet a été beaucoup traité et on retrouve dans certains manuels les calculs théoriques qui ont servi aux études [5]. Néanmoins, dans la plupart des ateliers où se fait le traitement de surface on préfère déterminer sur place les besoins.

Une façon simple de procéder pourrait être la suivante:

1) trouver les pièces les plus difficiles à rincer;

2) découvrir quels sont les bains qui entraînent les rinçages les plus difficiles;

3) établir le débit d'eau (en procédant à l'aide d'un seau et d'un chronomètre à déclic ou en calculant le temps qu'il faut pour remplir une cuve jusqu'à un certain niveau);

4) réduire progressivement le débit jusqu'à ce que le rinçage devienne insuffisant parce qu'il y a risque de pollution des bains subséquents ou parce qu'il y a des taches sur la pièce;

5) faire en sorte que le débit d'eau soit d'environ 10% supérieur à ce qu'on observe au n° 4 et mesurer ce nouveau débit;

6) installer des régulateurs de débit à ce niveau et n'en permettre l'accès qu'au moment de les remplacer.

Divers facteurs peuvent contribuer à diminuer le nombre de rinçages nécessaires à une opération:

a) *l'agitation que subit la pièce dans la cuve de rinçage;*
b) *l'agitation de l'eau de rinçage due à l'air;*
c) *l'agitation hydraulique de l'eau;*
d) *l'agitation mécanique de l'eau au moyen de mélangeurs ou de roues motrices;*
e) *l'agitation par ultra-sons de l'eau;*
f) *la hausse de la température de l'eau;*
g) *l'utilisation d'agents mouillants;*
h) *l'apport d'eau douce au fond des cuves de rinçage, grâce à un gicleur là où c'est possible.*

Ces tests et ces changements peuvent s'appliquer à toutes les phases du rinçage. Ceux qui sont appropriés au rinçage des solutions de cyanure de chrome peuvent probablement tout aussi bien s'appliquer aux diverses phases du rinçage.

Dans les usines actuelles où l'on n'emploie pas encore le rinçage multiple à contre-courant, on devrait au moins utiliser deux cuves à contre-courant, si possible. Cela réduirait beaucoup les besoins en eau. L'installation d'une deuxième cuve, dont l'eau s'écoulerait dans

la première, permettrait une diminution des besoins de l'ordre de 90%, tout en conservant l'efficacité du rinçage. Une troisième cuve entraînerait une diminution équivalente.

Le rinçage multiple à contre-courant devrait être adopté dans toutes les nouvelles usines (voir la figure 2).

Les exploitants ont un choix à faire: diminuer la consommation d'eau ou payer davantage, en espace et en temps, pour chacun des rinçages supplémentaires. Quoi qu'il en soit, toute planification devra tenir compte de la nécessité de diminuer de plus en plus la consommation d'eau. Le rinçage multiple à contre-courant limite les risques de rinçage insuffisant et l'adhérence d'impuretés dans les cuves de traitement. Ce facteur devient primordial lorsqu'il s'agit d'augmenter la récupération de solutions.

Le rinçage par aspersion sous forme de brouillard de pièces dans la cuve de placage ou dans une cuve vide, après leur passage dans la cuve de traitement, peut servir d'opération préliminaire et diminuer le nombre de rinçages subséquents. Cette aspersion fournit également de l'eau d'appoint pour la cuve. Cette question sera approfondie au chapitre 9.

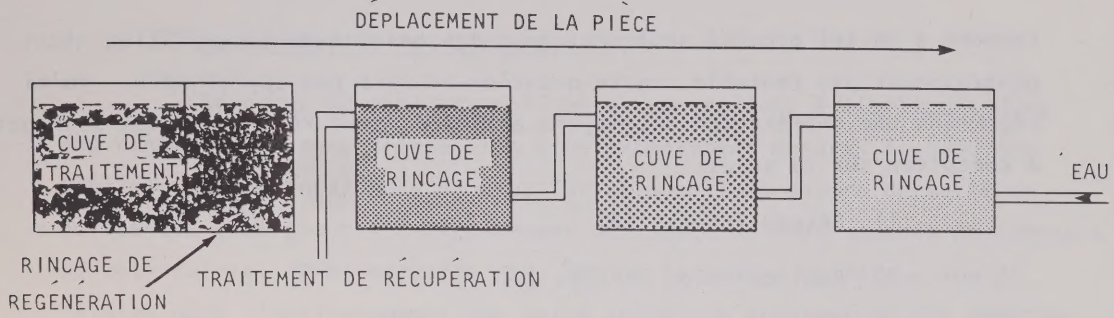
Certains produits chimiques peuvent servir d'agents de rinçage; ainsi, l'utilisation de métabisulfite de sodium dans la cuve réduit dans une certaine mesure la quantité de chrome hexavalent nécessaire, ce qui permet un meilleur rendement par la suite. Le procédé peut aussi servir dans tout traitement du chrome.

On devrait accorder un intérêt particulier à l'eau qui peut être réutilisée pour le rinçage.

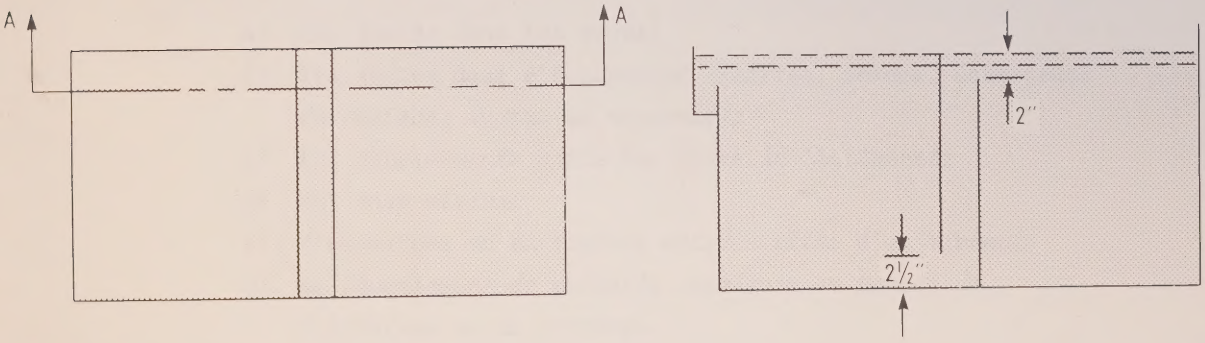
L'utilisation de l'eau de refroidissement pour le rinçage est pratique courante dans bon nombre d'ateliers, mais ne donne pas toujours satisfaction. Cela semble particulièrement vrai dans le cas des ateliers "captifs".

L'eau de refroidissement nécessaire au réglage de la température des bains de traitement peut être recyclée dans des tours de réfrigération ou de refroidissement.

L'eau pure, en tout cas réutilisable, provenant d'une installation de traitement, est une autre source possible. Cependant, comme le



APERCU SCHÉMATIQUE DU RINCAGE TRIPLE À CONTRE-COURANT



VUE EN PLAN

COUPE A-A

CUVE DE RINCAGE À CONTRE-COURANT À DEUX COMPARTIMENTS
MUNIE DE DEUX CHICANES

FIGURE 2 RINCAGE MULTIPLE À CONTRE-COURANT

recours à un tel procédé seulement pour des besoins de récupération n'est généralement pas rentable, cette question ne sera pas approfondie. Voici néanmoins une énumération des moyens employés, avec références aux ouvrages à consulter sur le sujet.

1) Réseau intégré [6]
2) Recirculation dirigée [7]
3) Échange d'ions [8]
4) Réseaux d'évaporation [9]
5) Osmose inverse [10, 11, 12]

7. LA PRÉVENTION DES ACCIDENTS

Beaucoup de matières polluantes se greffent à l'effluent dans les rinçages en eau courante (les plus promptement mesurés à cause des règlements existants) mais de plus fortes quantités encore de matières polluantes atteignent l'environnement par suite de déversements accidentels ou volontaires. Dans certains cas, 80% de la charge de métaux lourds rejetée dans l'environnement par cette industrie provient de ces déversements. Par ailleurs, le caractère subit de telles concentrations produit un choc sur les installations de traitement d'eaux usées et dans les eaux réceptrices beaucoup plus difficile à absorber que s'il y avait écoulement régulier d'une quantité équivalente sur une longue période. En général, les installations de traitement ne sont pas en mesure d'absorber le choc de charges soudaines et en pareil cas de fortes quantités de matières polluantes peuvent échapper au traitement.

Il faut surveiller les sources les plus probables de fuites accidentelles:

a) *les fuites dans les cuves;*
b) *les fuites dans l'équipement (filtres, pompes, échangeurs de chaleur, tuyaux et raccords);*
c) *les débordements entre les cuves de traitement;*
d) *les trop-pleins;*
e) *l'ouverture ou la rupture accidentelles d'un robinet;*
f) *le déversement de produits chimiques au moment de l'addition ou du stockage.*

7.1 Fuites dans les cuves

Le chapitre 4 traite de la protection des cuves contre les produits chimiques corrosifs. Seules les cuves qui contiennent ces produits et les cuves qui leurs sont contigües sont construites avec des matériaux résistant aux produits chimiques afin que les frais d'investissement ne soient pas trop élevés. Néanmoins, il existe d'autres causes de corrosion qu'il faut étudier.

Les cuves d'acier dépourvues de revêtement devraient être protégées contre les courants vagabonds par un matériau comme le chlorure de polyvinyle.

Lorsque la cuve sert de cathode, en rotogalvanoplastie, il faudrait un isolant qui protège contre le jaillissement d'étincelles susceptible de se produire entre les anodes et la paroi de la cuve.

Dans les opérations qui peuvent entraîner une accumulation de chlorure non nuisible au procédé, il pourrait y avoir corrosion accélérée d'une cuve laissée sans protection. Si un meilleur rinçage ne peut remédier à la situation, il faut munir la cuve d'une garniture.

Les meilleures précautions à prendre sont l'inspection régulière de toutes les cuves contenant des solutions concentrées et une vidange périodique pour vérifier s'il y a corrosion de l'acier ou rupture des garnitures.

7.2 Fuites dans l'équipement

Les fuites dans l'équipement constituent probablement la plus grande source de pertes de produits chimiques. Les causes sont presque toujours les mêmes: négligence, entretien insuffisant et résignation devant un état de fait permanent. Les boyaux de filtres, les raccords des échangeurs de chaleur, les serpentins de chauffage ainsi que les tuyaux et raccords de pompes sont portés à se détériorer et à provoquer des fuites. Des pertes de solution de l'ordre de 2,5 à 5 cm (1 ou 2 pouces) par jour dans les cuves de traitement, à l'un ou l'autre de ces endroits, peuvent être dues à l'évaporation ou à un entraînement de solution et se prolonger pendant des mois. Garder son équipement en bon état devient alors une simple affaire de rentabilité.

Les filtres causent d'ordinaire les pires problèmes. Il faudrait les border d'un canal pour déceler les fuites et récupérer les substances perdues.

Des entreprises placent le filtre au-dessus de la cuve remplie de solution de sorte que toutes les substances perdues sont récupérées. Nous aborderons ce sujet au chapitre 8.

Les échangeurs de chaleur et les serpentins de chauffage se détériorent lentement; ils présentent parfois de fines ruptures ou des fissures. Lorsque la vapeur se condense, un vide se crée et la solution est absorbée par le condensat.

Bien des ateliers retournent le condensat dans la chaudière afin d'épargner eau et énergie: il est possible qu'il y ait alors détérioration de la chaudière, en même temps que perte de solution.

On devrait intégrer à la canalisation de retour du condensat un dispositif d'alarme et faire périodiquement un examen de l'eau.

Le système de refroidissement n'est pas à l'abri d'un problème analogue, avec cette particularité que peuvent survenir et un trop-plein du bain et des fuites de produits chimiques dans l'eau de refroidissement. Si par la suite on utilise cette eau pour le rinçage, il est probable qu'on découvrira rapidement la fissure.

7.3 Débordement

On peut éliminer les pertes de ce genre (observables en tout temps) grâce à l'installation de cuvettes munies d'une garniture de plastique, placées entre les réservoirs afin de recueillir les déversements pour qu'ils soient reconduits dans les réservoirs d'où ils proviennent.

7.3.1 Trop-plein

Même s'il s'agit d'accidents parfaitement évitables, les trop-pleins se produisent dans tous les ateliers, en général pendant le remplissage et pour des raisons d'inattention.

Afin de réduire au minimum le risque d'un trop-plein, il importe de prendre certaines précautions.

a) *Munir de tuyères à ressorts tous les tuyaux qui amènent l'eau.*
b) *Utiliser des commandes de niveau à flotteur lorsque l'eau est prise directement du tuyau de branchement.**
c) *Poser des obturateurs de refoulement là ou l'eau s'écoule au-dessous de la solution.*
d) *Surveiller.*

---

*Le tuyau de branchement, appelé aussi conduite de prise, est branché sur le réseau de distribution publique.

7.3.2 Ouverture accidentelle d'un robinet

Le danger est evident. *La meilleure chose à faire est d'éliminer tout robinet des cuves qui contiennent des solutions concentrées.*

Si des robinets sont déjà en place, il faudrait les obturer de façon qu'ils ne puissent s'ouvrir.

Les robinets constituent un autre danger: ils peuvent être endommagés par les chariots-élévateurs, etc.; ils doivent donc de temps en temps faire l'objet d'un examen.

7.3.3 Déversement de produits chimiques

Ce genre d'ennui se passe également de description. Les produits chimiques ajoutés aux cuves de traitement ou les produits chimiques stockés sont surtout en cause. L'établissement de règles et une surveillance efficace constituent les principaux éléments de solution.

Les produits chimiques devraient être stockés au moyen de chariots-élévateurs et placés à l'abri des inondations soudaines et de tout autre risque de dommages.

Les techniciens peuvent se servir de nombreuses techniques peu onéreuses pour l'addition des produits chimiques; ces méthodes offrent d'ailleurs une sécurité accrue. Plus l'opération est facile et sûre, moins il y a de pertes. Pour éviter d'avoir à basculer de gros réservoirs, il convient d'utiliser des dispositifs comme les pompes manuelles. On employera aussi les distributeurs automatiques d'agents de brillantage. Enfin, il importe d'éloigner l'un de l'autre deux produits chimiques dont la proximité présente un danger.

7.3.4 Généralités

Si la chose est possible et présente des avantages, on peut installer entre l'atelier de placage et le déversoir qui mène à l'égout un puits de retenue équipé d'un dispositif d'alarme de façon à déceler toute transformation soudaine de l'effluent et à diriger tout déversement vers les puits. De tels dispositifs peuvent aussi servir à couper l'approvisionnement en eau.

LA PRÉVENTION DES ACCIDENTS (Tableau synoptique)

Sources d'accident	Méthodes de repérage	Prévention
Tous genres de fuites	Surveillance	Surveillance
Trop-plein d'une cuve de traitement 1. Robinets et boyaux laissés sans surveillance 2. Fuites dans les serpentins de refroidissement ou les échangeurs de chaleur	1. Examen à vue de la surface de récupération prévue sur le plancher 2. Dispositifs d'alarme perfectionnés, intégrés au réseau de récupération 3. Recherche de traces de déversement sur les parois de la cuve	1. Plancher construit de façon à pouvoir retenir les écoulements (cuvettes, fossés, puits) 2. Possibilité de remédier aux écoulements sur le plancher 3. Utilisation de robinets à ressorts pour les additions d'eau 4. Utilisation d'une commande de niveau automatique lorsqu'on ajoute l'eau
Fuite des solutions de placage 1. Rupture ou fuite dans la cuve 2. Fuites attribuables au filtre, à l'échangeur de chaleur ou encore aux pompes, boyaux et tuyaux 3. Ouverture ou bris accidentels des robinets	Voir n^{os} 1 et 2 ci-dessus.	Voir n^{os} 1 et 2 ci-dessus. 3. Disposer un filtre au-dessus de la cuve afin de traiter la solution de traitement indiquée. 4. Vider et vérifier périodiquement les cuves de placage. 5. Appliquer aux cuves une garniture anticorrosion adéquate. 6. Retirer les robinets du fond des cuves.
Égouttement entre les placages	Surveillance	1. Placer entre les cuves des cuvettes revêties d'une garniture. 2. Prévoir la même chose qu'en 1 et 2 pour l'égoutement excédentaire.

Sources d'accident	Méthodes de repérage	Prévention
Tous genres de fuites	Surveillance	Surveillance
Présence de la solution de traitement dans l'eau de refroidissement ou dans le condensat de vapeur	1. Installation d'une cellule photoconductrice et d'un autel permettant de donner l'alarme 2. Vérification fréquente du condensat de vapeur 3. Utilisation de l'eau de refroidissement comme eau de rinçage; les fuites deviendront alors apparentes.	1. La surveillance au moyen de cellules photoconductrices peut être utilisée pour faire dériver le condensat pollué vers un bac collecteur d'eaux usées pour traitement. Cette mesure protège aussi la chaudière.
Déversement de produits chimiques au moment des additions ou du stockage	Surveillance	1. Attribuer la surveillance des produits chimiques à un responsable. 2. Utiliser un dispositif d'alimentation pour les produits chimiques. 3. Fournir au technicien le matériel qui pourra l'aider et lui offrir plus de sécurité. 4. Garder les produits chimiques dans un endroit sûr où les risques d'inondation sont réduits au minimum.

8. L'ASSÈCHEMENT DES PIÈCES

La solution entraînée par la pièce traitée est à l'origine de la principale pollution causée par les rinçages à l'eau courante. La pièce charrie une plus ou moins grande quantité de cette solution selon le processus d'assèchement.

La quantité de solution entraînée hors de la cuve par la pièce et par l'appareil transporteur dépendent de plusieurs facteurs:

a) la vitesse de retrait;
b) la forme de la pièce;
c) le temps d'égouttement;
d) la viscosité et la densité de la solution;
e) la température de la solution;
f) la position de la pièce sur le support multiple.

Lorsqu'il s'agit d'une opération manuelle, on peut difficilement régler la vitesse de retrait; celle-ci constitue néanmoins le moment le plus important du transport de la pièce jusqu'à sa destination suivante.

Il faudrait réduire au minimum la quantité de solution entraînée et améliorer au maximum l'égouttement.

Le baril est exposé à des ennuis qu'on ne connaît pas avec le support multiple: à l'intérieur comme sur l'extérieur, des dépôts se forment. Lorsqu'il transporte une pièce susceptible d'adhérer à la paroi arrondie, on doit lui imprimer un mouvement de rotation à la fois pendant le retrait et pendant l'égouttement. En revanche, lorsque le baril contient une pièce dont la forme est simple, il faut éviter ce mouvement de rotation pour empêcher que la solution ne soit retenue contre la surface de la pièce.

Sous ce rapport, l'efficacité du baril peut être testé en laissant s'écouler la solution du baril chargé de pièces dans un réservoir sec; on mesure ensuite au moyen de diverses méthodes la quantité récupérée.

Il faut inspecter fréquemment les barils pour s'assurer que leurs trous ne soient pas obstrués.

Dans les ateliers où l'on utilise des supports multiples, ces supports et la pièce devraient être maintenus le plus longtemps possible au-dessus de la cuve de placage.

Pour le chromage, cette période devrait être d'au moins vingt secondes. Cinq à dix secondes devraient aussi être accordées à la suspension au-dessus des cuves de récupération de solution. Lorsqu'on a déterminé la durée du transport, il est essentiel d'accorder le plus de temps possible au retrait et à l'égouttement.

La forme de la pièce et sa position sur le support multiple sont deux facteurs dont l'équilibre doit être constamment révisé par l'ouvrier. Les pièces ne devraient pas être disposées l'une au-dessus de l'autre sur ce support; pourtant, les conditions imposées par l'électrochimie et les incidences économiques de l'exploitation rendent cette pratique en général inévitable. Dans certains cas extrêmes, le coût du traitement des eaux usées peut obliger à réduire le nombre de pièces placées sur le support multiple, afin de diminuer l'entraînement et la perte de solution. Un agent de mouillage favorisera l'égouttement, mais son utilisation doit être mesurée en regard du coût et de toute répercussion sur les opérations subséquentes.

L'état des supports a des conséquences importantes sur l'entraînement et sur l'égouttement. Des supports aux garnitures détériorées vont ramasser des quantités considérables de solution. Par ailleurs, si les supports se détériorent, il est impossible de placer des pièces à certains endroits, où une accumulation de placage pourrait entraîner autant de solution que les pièces elles-mêmes. *Des règlements stricts devraient être établis pour l'entretien des supports, en précisant les critères qui devraient décider du moment de la mise hors circulation et de la réparation.*

9. LA RÉCUPÉRATION DES SOLUTIONS

Les solutions de placage devraient être récupérées avant qu'elles n'atteignent l'effluent d'eaux usées.

La récupération à ce stade constitue la façon la plus économique et la plus simple de réduire le rejet de polluants dans l'environnement.

Depuis longtemps, la récupération des solutions de traitement est pratique courante dans les ateliers de traitements de surface. Néanmoins, dans bon nombre d'ateliers on n'a pas encore mis en oeuvre de programme efficace permettant d'épargner le plus possible et de réduire la pollution au minimum.

Afin de tirer le meilleur profit de la récupération, il faut réduire la quantité d'impuretés pénétrant dans les bains ou envisager des épurations plus fréquentes des bains.

Plusieurs moyens permettent de réduire la pénétration des impuretés.

1) *Améliorer l'état des supports de placage en les soumettant à un nettoyage et un strippage du chrome entre les processus de traitement. Elles constituent la principale source de pollution par le chrome dans les solutions cuprifères.*

2) *S'assurer que les trous des barils ne sont pas bouchés afin de permettre un égouttement maximal.*

3) *Améliorer le mode de nettoyage avant les bains.*

4) *Améliorer le rinçage entre les traitements. (Voir chapitre 6).*

5) *Accorder une période d'assèchement aussi longue que possible après le rinçage de chaque cuve de traitement.*

6) *Fabriquer des supports conçus de façon à empêcher les pièces traitées de tomber dans la cuve de traitement.*

Tous ces moyens supposent des changements qui entraînent des frais d'investissement ou d'exploitation, mais ceux qui se sont déjà "convertis" connaissent les avantages économiques que procure la récupération des produits chimiques.

L'exploitant n'a qu'à considérer sa consommation actuelle de produits chimiques pour déterminer les possibilités de récupération qui s'offrent à lui.

Une grande quantité de solution est souvent laissée dans les cuves utilisées pour la purification des bains et dans les filtres au moment du nettoyage. Il peut s'ensuivre de fortes pertes de solution si les opérations ne sont pas effectuées d'une manière correcte.

L'épuration n'est pas sans produire une grande quantité de boues. *Ces boues devraient être lavées à l'eau et cette eau renvoyée dans le bain à travers un filtre.* L'évaporation est suffisante d'ordinaire pour compenser l'addition d'eau nécessaire au lavage.

La solution interceptée par le filtre devrait être récupérée au cours des opérations d'entretien, lavée puis retournée dans le bain en passant de nouveau par le filtre.

Les résidus qu'on ne pourrait retourner dans la cuve de placage devraient être accumulés dans un bac intercepteur, puis éliminés dans une décharge contrôlée. Ces résidus ne doivent pas être déversés dans un syphon de plancher.

On devrait permettre aux pièces de s'égoutter directement dans le bain d'où elles sortent ou dans une ou deux cuves de récupération aussitôt après le bain. Ce procédé est très efficace lorsque le contenu des cuves supplée aux pertes dues à l'évaporation. Une certaine récupération est possible dans les cuves refroidies si l'adhérence des solutions peut être suffisamment réduite. Dans certains cas d'entraînement extrême de solution, on peut utiliser deux cuves de récupération, la première compensant les pertes de solution de la cuve de traitement, la seconde suppléant aux pertes de la première cuve de récupération.

On devrait attacher une importance particulière à l'aspersion des pièces par brouillard, lorsqu'elles sont suspendues au-dessus du bain de placage: c'est une technique très efficace pour retourner au bain la solution qui en a été extraite. La quantité d'eau utilisée pour l'aspersion peut être calculée de façon à correspondre approximativement au taux d'évaporation. On recourt à cette technique pour maintenir les concentrations de cyanure de cuivre au dessous de 2 mg/l [13].

Ces techniques de récupération entraîneront une accumulation de carbonates dans les solutions de cyanure de cuivre, mais cet inconvénient peut être compensé si l'on utilise de l'eau désionisée pour la préparation des bains et pour l'aspersion. À défaut de cela, il est possible de solidifier les résidus par congélation à partir de carbonates dans les bains de cyanure de sodium et de cyanure de potassium.

10. LA REGÉNÉRATION DES BAINS

Tous les bains de placage qui semblent être épuisés ou pollués devraient être regénérés si possible. Cette mesure réduirait au minimum les pertes d'argent et le risque d'un déversement de matières dangereuses dans l'environnement.

La regénération est pratique courante dans l'industrie comme moyen de prolonger presque indéfiniment la vie d'une solution de placage: on en retire les impuretés métalliques et organiques, ainsi que les carbonates.

Le retrait d'une partie des impuretés métalliques dans les bains de nickel peut se faire au moyen d'une fausse cathode (telle la tôle ondulée) et d'un courant continu de faible densité, appliqué en dehors des heures de travail. L'acide chromique constitue une exception: elle ne se prête pas à cette opération. Lorsque la quantité d'impuretés métalliques devient inacceptable et que les bains ne fonctionnent pas convenablement, il est d'usage de se débarasser de la solution, en entier ou en partie.

Si le volume est considérable, il est parfois plus économique de diluer la solution d'acide chromique jusqu'à 90 à 100 g/l et de la faire passer par un échangeur d'ions pour retirer les métaux anioniques. La solution purifiée s'évapore jusqu'à obtention de la concentration normale d'un bain.

La regénération d'une solution d'acide chromique deviendra peut-être possible dans l'avenir grâce à l'électrodialyse.

La plupart des bains qui suivent le placage, à savoir les solutions de mordançage et de démordançage, s'épuisent et doivent être remplacés.

Il en va de même pour les bains d'acide, qui deviennent épuisés et dont on doit se débarasser. Leur longévité peut être accrue de 50% par des inhibiteurs, mais ces derniers ne doivent pas être utilisés sans l'accord du fournisseur.

L'emploi de techniques éprouvées contre les adhérences et les entraînements demeure encore la meilleure façon de rendre ces solutions plus efficaces, comme dans le cas des solutions de placage dont il est question au chapitre 8.

On peut récupérer l'acide phosphorique si le coût des traitements anodiques est justifiable.

RÉFÉRENCES

1. Central Technical School, 725, rue Bathurst, Toronto, Ontario.

   École Polytechnique, Université de Montréal, Case postale 6079, Succursale A, Montréal, Québec, H3C 3A7.

2. American Electroplaters' Society, Electroplating Books 1 and 2, SEA, 247 The Westaway, Weston, Ontario.

3. Joseph B. Kushner Electroplating School, 621, avenue Norman, Case postale 2066, Succursale D, Evansville, Indiana 47714, É.-U.

   Milton Weiner, Programmed Instruction, Case postale 2985, Sante Fe Springs, Californie 90670, É.-U.

4. Metal Finishing Guidebook and Directory 1975, 43^{e} édition, publié par Metals and Plastics Publications Inc., 1 University Plaza, Hackensack, New Jersey 07601, É.-U.

5. Electroplating Engineering Handbook, 3^{e} édition, 1971, publié par la société Van Nostrand Reinhold, 1410, avenue Birchmont, Scarborough, Ontario.

6. Lancy, L.E., Sewage and Industrial Wastes, vol. 26, 1956 p. 1117.

7. Mattock, G., Chemistry and Industry, 1970, pp. 46-53.

8. Szakal, G., Canadian Paint and Finishing, mai 1973, pp. 38-39.

9. Culotta, J.M., Plating, vol. 52, 1965, p. 545.

10. Goulomb, A., AES Research Project, n^{o} 31, Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada.

11. Goulomb, A., Plating, vol. 59, 1972, p. 316.

12. Goulomb, A., Plating, vol. 60, 1973, p. 482.

13. Coulter, K.R., "Pollution Control and the Plating Industry", Plating, vol. 57, 1970.

AUTRES SOURCES UTILES

Review of the Canadian Metal Finishing Industry, Environnement Canada, Service de la protection de l'environnement, rapport EPS 3-WP-75-2, mars 1975.

Process Pollution Abatement, U.S. Environmental Protection Agency, vol. 1, juillet 1973, Technology Transfer Seminar Publication.

Pêches et Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Fisheries and Environment Canada
Environmental Protection Service

Lignes directrices concernant le contrôle des effluents de traitements de surface

Règlements, codes et méthodes d'analyse
Rapport EPS 1-WP-77-5

Direction génèrale de la pollution des eaux
Novembre 1977